

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-092683

(43)Date of publication of application : 29.03.2002

(51)Int.Cl.

G07D 7/20
G06T 1/00
G06T 7/00
G07D 7/12
H04N 1/387

(21)Application number : 2001-110807

(71)Applicant : OKI ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 10.04.2001

(72)Inventor : KAWAHITO KATSUHIKO

(30)Priority

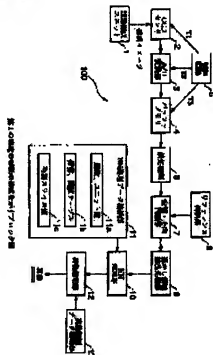
Priority number : 2000215140 Priority date : 14.07.2000 Priority country : JP

(54) DEVICE FOR DISCRIMINATING BETWEEN TRUE AND FALSE MEDIUM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve accuracy in discriminating between true and false medium such as a bill.

SOLUTION: A CCD sensor 2 reads out an image of a medium as a genuine bill by utilizing the transmitted light, and a watermark area extracting process unit 9 extracts a pattern of a watermark area from the image data, and a NN processing unit 10 eliminates the influence of the non-linear fade of the extracted pattern data, and a genuineness discrimination unit 12 discriminates the genuineness.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

* NOTICES *

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. **** shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] Medium truth differentiation equipment characterized by judging the truth of the medium for truth differentiation by comparing with the criteria which removed the effect of nonlinear dotage of the image data of the watermark read in the medium for truth differentiation, and removed the effect of nonlinear dotage of the image data of the watermark read in the medium by which truth has become clear.

[Claim 2] Space from the true medium by which the true watermark was printed, read an image, and true watermark image data is acquired. The true description pattern of a watermark is extracted from the true watermark image data. A neural network is made to input and learn the true description pattern. A neural network's weighting factor and output threshold are remembered that the truth of a medium is distinguishable. Image data is acquired from the field where the watermark of the medium for truth differentiation is printed. Medium truth differentiation equipment characterized by judging the truth of the medium for truth differentiation by extracting the description pattern from that image data, inputting into a neural network, and comparing a neural network's output and slice value at this time.

[Claim 3] Medium truth differentiation equipment characterized by having spaced from the fake medium by which the watermark of a false was printed, having read the image, having acquired fake watermark image data, having extracted the rejection pattern of a watermark from the watermark image data of the false, and making a neural network input and learn the true description pattern and a true rejection pattern while extracting the true description pattern in claim 2.

[Claim 4] In claim 2 or claim 3 study of a neural network Carry out for every class of all media to deal with, and it is remembered that a neural network's weight output can judge the truth of a medium for every classes of all. The field which acquires the image data of the whole printing image surface of the medium for truth differentiation, and distinguishes the class of medium is read. Medium truth differentiation equipment characterized by reading and spacing the watermark image of the watermark field corresponding to the determined class, and acquiring image data from the image data of the whole printing image surface of the medium for truth differentiation after determining the class.

[Claim 5] In either of claim 2 to claims 4 a neural network With the input layer which outputs a predetermined number of concentration values contained in the description pattern, and at least one or more interlayers who input the output of this input layer By constituting from perceptron

structure which consists of an output layer which inputs this interlayer's output, reading beforehand the true description pattern or a true rejection pattern, and learning it. Correction is added to the load parameter including the network joint load given to the middle class and a bias load. In the middle class Sum-of-products data processing is performed using the load parameter which added correction, and it outputs to an output layer. In an output layer Medium truth differentiation equipment characterized by outputting the truth differentiation result of a bill based on the true and false information which slices an interlayer's output value and is outputted to the output layer by the distinction slice value set up beforehand.

[Claim 6] Medium truth differentiation equipment characterized by holding a network joint load and a bias load on an integral table, and processing any I/O value of an input layer, an interlayer, and an output layer by the integral value in claim 5.

[Claim 7] It is medium truth differentiation equipment which prepares at least two or more output units defined as outputting truth or a false to an output layer in claim 4, and is characterized by distinguishing truth with the output of each output unit.

[Claim 8] It is medium truth differentiation equipment characterized by making it corrected by study so that a network joint load may detect the output error of an output layer in claim 5 and the description pattern at that time may be memorized in the case of a large medium with error.

[Claim 9] Medium truth differentiation equipment characterized by transmitting an alarm signal to the high order equipment connected with a communication network, and making it a high order equipment side report to an operator in claim 2 or claim 3 when distinguished from a false.

[Claim 10] Medium truth differentiation equipment characterized by preparing a neural network independently for every category of a medium, changing a neural network for every category of the in claim 2 or claim 3, and judging truth.

[Claim 11] Medium truth differentiation equipment characterized by having made the I/O function of the sum-of-products operation in a neural network into the sigmoid function, and making the inclination adjustable in claim 2 or claim 3.

[Claim 12] Medium truth differentiation equipment characterized by having the truth distinction function which distinguishes the truth of a medium from all the printing patterns of a medium in claim 2 or claim 3.

[Claim 13] The image sensors which receive the transmitted light which penetrated the medium and read the image of a medium, The watermark field extract processing section which spaces from the image of the medium which these image sensors read, starts and spaces the image of a field, and extracts image data, By comparing with this neural network's output and slice value the watermark neural network processing section which consists of an input layer which uses the description pattern of said watermark image data as input data, one or more interlayers, and an output layer Medium truth differentiation equipment characterized by having the truth differentiation section which judges the truth of the medium for truth differentiation.

[Claim 14] The image sensors which receive the transmitted light which penetrated the medium and read the image of a medium, The watermark field extract processing section which spaces from the image of the medium which these image sensors read, starts and spaces the image of a field, and extracts image data, the description pattern of said watermark image data -- the difference of a train or a line writing direction -- the watermark neural network input extracted as data -- difference -- with a data extraction means this -- difference -- by comparing with this neural network's output and slice value the watermark neural network processing section which consists of an input layer which uses data as input data, one or more interlayers, and an output

layer Medium truth differentiation equipment characterized by having the truth differentiation section which judges the truth of the medium for truth differentiation.

[Claim 15] The image sensors which receive the transmitted light which penetrated the medium and read the image of a medium, The watermark field extract processing section which spaces from the image of the medium which these image sensors read, starts and spaces the image of a field, and extracts image data, the description pattern of said watermark image data -- the difference of a train or a line writing direction -- the watermark neural network input extracted as data -- difference -- with a data extraction means said difference -- the watermark neural network who performs gain amendment of data -- difference -- with a data gain amendment means the difference after gain amendment -- by comparing with this neural network's output and slice value the watermark neural network processing section which consists of an input layer which uses data as input data, one or more interlayers, and an output layer Medium truth differentiation equipment characterized by having the truth differentiation section which judges the truth of the medium for truth differentiation.

[Claim 16] The image sensors which receive the transmitted light which penetrated the medium and read the image of a medium, The watermark field extract processing section which spaces from the image of the medium which these image sensors read, starts and spaces the image of a field, and extracts image data, A watermark neural network input differential data extraction means to extract the description pattern of said watermark image data as differential data using a differential spatial filter, By comparing with this neural network's output and slice value the watermark neural network processing section which consists of an input layer which uses these differential data as input data, one or more interlayers, and an output layer Medium truth differentiation equipment characterized by having the truth differentiation section which judges the truth of the medium for truth differentiation.

[Translation done.]

* NOTICES *

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention reads optically the watermark sections, such as a graphic form printed especially to media, such as a bill, about medium truth differentiation equipment,

and relates to the equipment which judges the truth of a medium based on the image of the watermark section.

[0002]

[Description of the Prior Art] There is bill truth differentiation equipment used for the automatic machine handling a bill as conventional medium truth differentiation equipment. Drawing 30 is the block diagram showing the configuration of conventional medium truth differentiation equipment. The image read station 50 which reads the image of the printing pattern of the whole surface of Bill P this medium truth differentiation equipment 500 of whose is a handling medium, The pretreatment section 51 which integral-izes the pixel of the read image data and performs from there pretreatment which extracts and mosaic-izes the watermark pattern of Bill P, and graduates it, The denomination distinction section 52 which distinguishes a denomination, and the envelope processing section 53 which performs envelope processing to the image data read by the image read station 50, It has the truth differentiation section 54 which judges a metallurgy kind, an envelope processing result, etc. synthetically as a result of pretreatment, and judges the truth of a bill.

[0003] Next, the conventional bill truth differentiation processing is explained. Drawing 31 is a flow chart which shows the bill truth differentiation processing. With conventional bill truth differentiation equipment 500, the image read station 50 uses the whole printing image surface of Bill P as an optical transparency pattern, electrical-signal-izes it, incorporates it, and image data is acquired (S50). The characteristic description image data in the image data which the pretreatment section 51 acquired, For example, while extracting the image data of a watermark (S51), the denomination distinction section 52 reads in image data the field which has indicated the denomination, and determines a denomination (S52). The envelope processing section 53 compares the image data and the description image data on the basis of a category of the bill P, and determines the category (S53). The result of a metallurgy kind or envelope processing is synthetically judged as a result of pretreatment of the truth differentiation section 54, and the truth to a category is judged (S54).

[0004] Next, said pretreatment is explained. Drawing 32 is the explanatory view of pretreatment, at the time of bill image (image data) acquisition of a bill, is spaced through (2) (3) at the time of integral normalization of a bill image, and shows the concept at the time of the extract of a field in this drawing (1). The data of the read bill image is integrated with and smoothed by the pixel block of nxm size in the whole surface.

[0005] Moreover, said envelope processing is processing which judges whether it enters between the minimum of the concentration data with which the concentration data of the pixel which read and acquired the image of the printing pattern of the whole surface of whether the signal level of the image data read by the image read station 50 is in a criteria density range and Bill P that is, are registered beforehand, and the upper limit. When performing this envelope processing, the normality of distribution of the concentration data of a pixel needs to be guaranteed.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, in the Prior art mentioned above, the printing image of a bill is read using the transmitted light, since pretreatment and envelope processing are performed and he is trying to judge the truth of a bill, it may space according to the description of these processings, a pattern may fade, and there is a problem that truth of the bill by watermark cannot be judged correctly.

[0007] That is, with pretreatment, the pixel of the read image data is integral-ized and it spaces from there, and since the pattern was extracted and mosaic-ized and is graduated, it will

essentially space and a pattern will fade. Moreover, in envelope processing, in case the watermark field which is the description of a bill is recognized, it may space under the effect of nonlinear elements, such as mediation of the polygonal line in the dirt of the watermark part of a bill, a location gap of a watermark, or a watermark field, and a pattern may fade.

[0008] Therefore, at the time of envelope processing, since distinction precision of a watermark was not able to be raised with conventional bill truth differentiation equipment, it was inadequate. [of differentiation of the watermark pattern which is one of the advantages of optical system using the transmitted light] This invention makes a technical problem ** which solves such a problem.

[0009]

[Means for Solving the Problem] Therefore, this invention is characterized by judging the truth of the medium for truth differentiation on a configuration by comparing with the criteria which removed the effect of nonlinear dotage of the image data of the watermark read in the medium for truth differentiation, and removed the effect of nonlinear dotage of the image data of the watermark read in the medium by which truth has become clear. Since it can pretreat to the image read in the watermark field currently printed by media, such as a bill, using the transmitted light etc., the effect of nonlinear dotage can be removed from the smooth image of the shape of a mosaic of the watermark field which is the output and a watermark pattern can be distinguished even if this does not perform envelope processing like before, truth of media, such as a bill, can be judged correctly and with high precision.

[0010]

[Embodiment of the Invention] First, in truth differentiation of the watermark field of a medium, a neural network's (it is hereafter written as NN) advantage used by this invention is explained. It is possible to catch the connection relation of each data which NN is excellent in self-organizing capacity, and constitute a pattern, and it has the description that the normal pattern of a basis is guess and character differentiation can be carry out to carry out differentiation which was mistaken when noises, such as dirt, were contained in some data, or when missing, by the conventional statistical differentiation technique which compares the absolute value of the data of pattern each.

[0011] Moreover, when NN makes a pattern space separate nonlinear to the technique of judging the conventional size relation depending on general linearity separation, the high separation interface of precision is obtained. Below, it explains as compared with the technique of the conventional linearity separation of the advantage in the pattern recognition of NN.

[0012] Drawing 14 is the explanatory view of the conventional category separation in a two-dimensional pattern space. If it considers that the case of Category A, Category B, and Category C where three sorts of patterns were distributed, respectively illustrated at the two-dimensional pattern flat surface which sets to X the axis of abscissa shown in this drawing, and sets an axis of ordinate to Y in extracting distribution ***** of the pattern of Category A by the linearity separation by the conventional statistical method, the rectangle field surrounded by the segment of X coordinate A ($x=A$) and B ($x=B$) and Y coordinate C ($y=C$) and D ($y=D$) serves as extract area of the category A for which it asks.

[0013] However, it is impossible for some samples (for the pattern which carried out the drawing middle-coat grain to be equivalent to this) of categories B other than Category A and Category C to exist in this area, and to extract only the pattern of Category A from three category distribution by the rectangular segment by this technique. This is also the same as when extracting the distribution field of the pattern of Category B and Category C.

[0014] Drawing 15 is the explanatory view of the category separation using NN. As shown in this drawing, when NN is used, it is possible to dissociate by the multi-degree-of-freedom segment by making Category A, Category B, and Category C in the same pattern space as drawing 14 into a nonlinear field, and as illustrated, extraction separation of the category A can be carried out certainly.

[0015] When the location between categories is close and it cannot dissociate from the above reason in the rectangle range, for example, also when dispersion in a pattern is large and linearity separation cannot be carried out completely, it can dissociate certainly by using NN. Also in differentiation of the watermark field of the medium in the gestalt of this operation, especially this watermark field tends to become dirty, and although the thing which perform truth differentiation of a medium with a sufficient precision from the pattern of these watermark field by the conventional technique and to do was very difficult since dispersion in a location gap or thickness was also large, it is become possible to perform truth differentiation with a sufficient precision simply by use NN.

[0016] On the other hand, if the number of units constituted if NN puts it in another way as the scale becoming large increases, the processing time becomes long, and although the hardware of dedication etc. is needed separately and will become unreal also from a cost side when it produces commercially. However, since the scale of NN is small, it ends and the processing time is also short, since the watermark field of a medium is generally used for some media, and it ends, it can respond only by software, and the application range as truth differentiation equipment of a medium is also wide.

[0017] Next, the truth differentiation precision of NN and the conventional statistical method is explained. As explained to the detail until now, NN can carry out the separation extract of the target category set efficiently from a n-dimensional pattern space. That is, considering carrying out a true ticket distribution set and a fake bill distribution set for 2 minutes, to a true ticket distribution set being a known set, a fake bill distribution set is a strange set which cannot be predicted, and true ticket differentiation precision can evaluate objective in the magnitude of the true ticket hold volume on the n-dimensional pattern space of the true ticket distribution set which is known.

[0018] This hold volume can be described using a normalization distance value. Drawing 16 is the explanatory view showing the definition of a normalization distance value. In this invention, as shown in drawing, the distance (difference absolute value of a value) of the central value (average value) of data distribution of each dimension in a pattern space and actual data is defined as a normalization distance value.

[0019] Data are approximated to Gaussian distribution and D in drawing is equivalent to the normalization distance value in this case. The total normalization distance value (square root of the total which carried out the square of the normalization distance value in each dimension) in the n-dimensional pattern space by the conventional technique Dp, For the true ticket hold volume (****) of the conventional technique, the true ticket hold volume (Vn) of the NN technique is [the true ticket hold volume / in / when it by the NN technique is Dn, the relation of $D_p > D_n$ is materialized, therefore / a n-dimensional pattern space] $V_n = D_{nn} \rightarrow **** = D_{pn}$ and this appearance. It is represented.

[0020] That is, the hold volume serves as n-th power of a total normalization distance value, and truth differentiation precision becomes higher, as the hold volume becomes small. That is, in inverse proportion to the n-th power of a total normalization distance value, it becomes high,

fake bill detection precision compares with the former with NN method, and truth differentiation precision is Dpn/Dnn. Double-improving is shown.

[0021] Drawing 17 is the explanatory view having shown typically the relation between the hold volume and a total normalization distance value, the hold volume is volume of the n-dimensional ball which makes a total normalization distance value a radius, and it is shown to the hold volume by the conventional technique that the hold volume by NN is small. Hereafter, the gestalt of operation of this invention is explained with reference to a drawing. In addition, although the bill truth differentiation equipment used for the automatic machine handling a bill as medium truth differentiation equipment of this invention is mentioned as an example and explained, thereby, this invention is not limited. Moreover, differentiation of the truth of a bill shall be performed to the time of making a bill convey, discriminating automatically and holding, or suitable timing.

Gestalt drawing 1 of the 1st operation is the block diagram showing the 1st configuration of the gestalt of operation, and drawing 2 is the explanatory view of a contraction transmitted light study system.

[0022] This bill truth differentiation equipment 100 is equipped with the recognition conveyance unit 1, the CCD sensor 2, the A/D-conversion section 3, buffer memory 4, a control circuit 5, the pretreatment section 6, a denomination and the direction distinction section 7, the reference storing section 8, the watermark field extract processing section 9, NN processing section 10, NN processed-data storing section 11, the truth differentiation section 12, and the truth differentiation data storage section 13.

[0023] Said recognition conveyance unit 1 has the contraction transmitted light study system which is made to reduce the transmitted light when irradiating the light which LED14 emits at Bill X as shown in drawing 2 with a lens 15, and carries out image formation to the CCD sensor 2, and the CCD sensor 2 makes the transparency image in which image formation was carried out by the contraction transmitted light study system an analog image data, and carries out photo electric conversion. This analog image data is amplified with the amplifier which is not illustrated, and is outputted to the A/D-conversion section 3.

[0024] The A/D-conversion section 3 changes the analog image data of a transparency image into a digital image data, and in order that this digital image data may carry out concentration amendment to the unevenness of the illuminance distribution of the light source, data correction of it is carried out by the shading compensation section which is not illustrated. Said buffer memory 4 stores the amended digital image data. Said control circuit 5 outputs the signal T1 which controls the CCD sensor 2, the signal T2 which controls the A/D-conversion section 3, and signal T3 which controls buffer memory 4, and it is made to process it, taking each timing.

[0025] Said pretreatment section 6 reads the digital image data stored in said buffer memory 4, carries out normal and product differentiation, compresses, and is outputted as description data. Said denomination and direction distinction section 7 compare the reference data and the description data which have been set up beforehand, and distinguishes the class of bill, and the acquired conveyance direction of a bill. The classes of bill are denominations, such as 1000 tickets and 10,000 tickets. Moreover, the conveyance direction of a bill is data for identifying four directions and the front flesh side of a transparency image of a bill which were read.

[0026] Said reference storing section 8 stores the reference data which a denomination and the direction distinction section 7 refer to. Said watermark field extract processing section 9 is extracted from the description data of bills, such as a bill for truth differentiation, as a description pattern of a watermark of the field applicable to the field to which the watermark of the class of

distinguished bill is printed. In other words, location logging for a watermark field of the bill of the denomination distinguished in order to employ the description of a contraction transmitted light study system efficiently is carried out and spaced, and the pixel of a field is extracted as a description pattern.

[0027] Said NN processing section 10 loads a load parameter from NN processed-data storing section 11, and carries out sum-of-products data processing using an I/O function. In addition, as an I/O function, there is a sigmoid function of the non-line type function saturating to 0 and 1, for example, and it explains supposing this case. Said NN processed-data storing section 11 stores load and threshold table 11b which defined the number of layers, number of units 11a and a load parameter, and threshold of NN, distinction slice value 11c, etc. Especially a load parameter is stored as a result learned so that the true description pattern might be inputted and the truth of a bill could be distinguished, after spacing from the true bill with which the true watermark was printed, spacing the true description pattern of a watermark from the true watermark image data which read and acquired the image by the CCD sensor 2 and the field extract processing section's 9 extracting.

[0028] Said truth differentiation section 12 measures an output when the description pattern of the bill for truth differentiation is inputted into NN processing section 10, and an output when the description pattern of a true bill is inputted into NN processing section 10, and transmits a differentiation result to the high order equipment which does not judge and illustrate truth. Said truth differentiation data storage section 13 memorizes beforehand the output when the description pattern of a true bill is inputted into NN processing section 10. For example, in the case of the sigmoid function, finally, the data of the output layer of NN processing section 10 set up that it is a true ticket at the time of the value near 1 or this.

[0029] Next, NN which constitutes NN processing section 10 is explained. Drawing 3 is the conceptual diagram showing the configuration of NN. In addition, as long as it is the number of layers which can remove the effect of nonlinear dotage of the image data of the watermark read in the bill as a configuration of NN, you may be how many layers, and it considers as the neural network (NN) of three layers who consists of an input layer, an interlayer, and an output layer, and the case where high processing speed demanded as bill differentiation is realized is explained here.

[0030] In drawing, the number of units of 88 pieces and interlayer 10b make the number of units of 50 pieces, and output layer 10c the number of units of two pieces, and input layer 10a has attached unit numbers 1, 2, and 3 and -- sequentially from the left, respectively. The concentration data of a watermark field are inputted into each unit of input layer 10a, the concentration data is normalized in 0-1, and it outputs to each unit of interlayer 10b by making into an output value the value normalized and acquired. Association of interlayer 10b at this time and input layer 10a is all association, and each unit of each interlayer 10b is combined with all the units of input layer 10a. Similarly, association of output layer 10c and interlayer 10b is also all association.

[0031] Below, the input / output relation type of each class of NN processing section 10 based on NN theory generally known is shown. In addition, $f(x)$ is an I/O function, uses a sigmoid function as an I/O function here, and may be $f(x) = 1/(1+\exp(-x))$. Related $O_j = f$ of input layer 10a and interlayer 10b (I_j)

$I_j = \sum W_{ij} \cdot O_i + \theta_{\text{thetaj}} \quad (i=1, 2, \dots, N)$

$O_j = f(I_j)$

O_i : output I_j of the unit i of input layer 10a : Input O_j to the unit j of interlayer 10b : The output W_{ij} of the unit j of interlayer 10b: Joint load θ_{tj} of the unit i of input layer 10a, and the unit j of interlayer 10b : The threshold N of the unit j of interlayer 10b: The number of units of input layer 10a (the example here $N=88$)

Related $I_{2j} = \text{sigma}(W_{2ij} - O_{2i}) + \theta_{t2j}$ of interlayer 10b and output layer 10c ($i=1, 2, \dots, N_2$)
 $O_{2j} = f(I_{2j})$

I_{2j} joint load O_{2i} of the unit i of input W_{2ij} :interlayer 10b to the unit j of :output layer 10c, and the unit j of output layer 10c : Output θ_{t2j} of the unit i of interlayer 10b : Threshold O_{2j} of the unit j of output layer 10c : the output of the unit j of output layer 10c -- that is, If the image data of a watermark inputs into each unit i of input layer 10a, each unit i of input layer 10a is an output value O_i . It outputs.

[0032] This output value O_i Weighting based on the joint load W_{ij} of the unit i of input layer 10a and the unit j of interlayer 10b is made, and it will be inputted into each unit j of interlayer 10b.

since [therefore,] each unit of each class is all association -- each unit j of interlayer 10b -- each output value O_i of each unit i of input layer 10a total -- input value I_j ***** -- it will input.

[0033] The input value I_j $I_j = \text{sigma}(W_{ij} - O_i) + \theta_{tj}$ It is computed. here -- sigma -- $i=1, 2, \dots$, the total when being referred to as $N (=88)$ -- it is -- θ_{tj} It is the threshold of the unit j of interlayer 10b. next -- each unit j of interlayer 10b -- input value I_j I/O function $f(x)$ -- being based -- changing -- output value O_j of the unit j of interlayer 10b ***** -- it outputs to each units 1 and 2 of output layer 10c.

[0034] Here, a sigmoid function is used and it is an output value O_j . $O_j = f(I_j) = 1/(1 + \exp(-I_j))$ It is come out and computed. And in each unit j of output layer 10c ($j=2$), weighting based on joint load W_{2ij} of the unit i of interlayer 10b and the unit j of output layer 10c is made, and it will be inputted into each unit j of output layer 10c. since [therefore,] each unit of each class is all association -- each unit j of output layer 10c -- each output-value O_{2i} of each unit i of interlayer 10b total -- input-value I_{2j} ***** -- it will input.

[0035] Input-value I_{2j} It is computed by $I_{2j} = \text{sigma}(W_{2ij} - O_{2i}) + \theta_{t2j}$. here -- sigma -- $i=1, 2, \dots$, the total when being referred to as $N_2 (=50)$ -- it is -- θ_{t2j} It is the threshold of the unit j of output layer 10c. next -- each unit j of interlayer 10b -- input-value I_{2j} I/O function $f(x)$ -- being based -- changing -- output-value O_{2j} of the unit j of output layer 10c ***** -- it outputs to the truth differentiation section 12.

[0036] Here, a sigmoid function is used and it is output-value O_{2j} . $O_{2j} = f(I_{2j}) = 1/(1 + \exp(-I_{2j}))$ It is come out and computed. Then, output-value O_{2j} of the unit j of output layer 10c finally outputted in the truth differentiation section 12 It slices with a suitable slice value and truth is judged. That is, output-value O_{2j} Since it is computed as a decimal which 0-1 followed with the sigmoid function, for example, when a slice value is set to 0.8, when truth and 2 are made to learn as a false, the unit 1 of output layer 10c When the output of 0.8 or more and 2 has the output of output layer 10c close to 0 or 0, it is judged as a true ticket, and when the output of 0.8 or more and 1 has the output of output layer 10c conversely close to 0 or 0, it is judged as a fake bill.

[0037] In addition, the slice value and the decision criterion are stored in the truth differentiation data storage section 13. Next, watermark NN distinction processing of the gestalt of the 1st operation is explained. Drawing 4 is a flow chart which shows the watermark NN distinction processing. First, the transparency image of a bill is read by the recognition conveyance unit 1 and the CCD sensor 2 (Sa1). After the pretreatment section 6 performs edge logging, an integral and normalization, and denomination distinction of a transparency image (Sa2, Sa3, Sa4), It

spaces by the watermark field extract processing section 9, a field is started (Sa5), the concentration of the watermark field is extracted, concentration conversion of 0-1 is performed, and it outputs to NN processing section 10 (Sa6).

[0038] Then, processing which removes the effect of nonlinear dotage of image data is performed to the watermark field by NN processing section 10 (Sa7). First, if image data is outputted to each unit of input layer 10a as mentioned above (Sa7**), as mentioned above, the operation based on a joint load will be performed for every unit, and the result of an operation W12 will be outputted to each unit of interlayer 10b (Sa7**). As interlayer 10b was also mentioned above, the operation based on a joint load is performed for every unit, and the result of an operation W23 is outputted to each units 1 and 2 of output layer 10c (Sa7**). In each units 1 and 2 of output layer 10c, as mentioned above, the operation based on a joint load is performed for every [each unit 1 and] two, and outputs the value to 0-1 to the truth differentiation section 12, respectively. And as mentioned above with reference to the slice value which has been stored in the truth differentiation data storage section 13 and which was mentioned above, truth is judged (Sa8), the differentiation result is displayed on the display which is not illustrated, and the truth differentiation section 12 reports truth to an operator.

[0039] Therefore, in the truth differentiation section 12, truth can be judged in the condition that there is no effect of nonlinear dotage of image data, by judging truth with a slice value. Next, watermark NN study processing in which the joint load of each unit in each class is determined is explained.

[0040] Drawing 5 and drawing 6 are flow charts which show the watermark NN study. this watermark NN study -- for example, BP (back propagation: error back propagation) -- law is applied. The watermark pattern of some true tickets and the watermark pattern of a fake bill are prepared beforehand, a least-squares error is computed, and it carries out by making it feed back to NN. For example, what is necessary is performing study serially for every pattern, and making it just make it learn until an error's becomes 0.08 or less.

[0041] First, the transparency image as a sample truth is proved by the recognition conveyance unit 1 and the CCD sensor 2 that it is read (Sb1). After the pretreatment section 6 performs edge logging, an integral and normalization, and denomination distinction of a transparency image, (Sb2 Sb3, Sb4), It spaces by the watermark field extract processing section 9, a field is started (Sb5), the concentration of the watermark field is extracted, concentration conversion of 0-1 is performed, and it outputs to NN processing section 10 (Sb6). Under the present circumstances, it substitutes for the memory which does not illustrate the read data until it reads all samples (Sb7), and the above-mentioned processing is repeated until it reads all study data (Sb8). Then, processing to which the watermark field removes the effect of nonlinear dotage of image data by NN processing section 10 is performed. First, if each class of NN is initialized (Sb9) and image data is outputted to each unit of input layer 10a, the operation based on an early joint load will be performed for every unit, and the result of an operation W12 will be outputted to each unit of interlayer 10b (Sb10). As interlayer 10b was also mentioned above, the operation based on an early joint load is performed for every unit, and the result of an operation W23 is outputted to each units 1 and 2 of output layer 10c (Sb11).

[0042] Next, the accumulation square error E of the result of an operation W23 and teacher data is detected (Sb12), when Sb10-Sb13 are repeated and the accumulation square error E becomes smaller than the predetermined value epsilon until it carries out about all study data, it spaces, and NN study processing is ended, and processing is moved to Sb15 in the condition that the accumulation square error E is not smaller than the predetermined value epsilon.

[0043] And if image data is substituted for each unit of input layer 10a (Sb15), the operation based on a joint load is performed for every unit, and the result of an operation W12 will be amended by correction value **W12, and will be outputted to each unit of interlayer 10b (Sb16). Interlayer 10b is also amended by correction value **W23, and the result of an operation W23 is outputted to each units 1 and 2 of output layer 10c (Sb17).

[0044] Next, the accumulation square error of the result of an operation W23 and teacher data is detected, and processing is moved to Sb20 (Sb18). At this time, load correction processing is performed with processing of Sb20 in the condition that the accumulation square error E is not smaller than the predetermined value epsilon (Sb19). That is, correction value **W23 are determined as correction value **W12. What is necessary is just to decide the amendment width of face beforehand.

[0045] In addition, if Sb16-Sb20 are repeated and all training patterns are ended until it carries out about all study data, processing will be returned to Sb10. Since the truth can be judged by the processing using NN of the pattern of a bill watermark field according to the bill truth differentiation equipment of the gestalt of implementation of the above 1st, Even if it does not perform envelope processing like before, it pretreats to the image read in the watermark field currently printed by the bill using the transmitted light etc. The effect of nonlinear dotage can be removed from the smooth image of the shape of a mosaic of the watermark field which is the output, and a watermark pattern can be distinguished now. Therefore, very highly precise recognition strong against noises which fully took the description for a watermark field into consideration, such as dirt and a crease, is attained, and truth of a bill can be judged now correctly and with high precision. Therefore, all watermark patterns are enabled not to be based on a denomination but to judge the truth according to the generalization capacity of NN, and parameters can be sharply reduced now.

[0046] The gestalt of operation of gestalt **** 2 of the 2nd operation is 0 to 2n about an input at this example to having been what mainly attained improvement in the speed of processing speed, and the input value of each class of NN having been a fractional value of the discontinuity of 0 to 1 with the gestalt of implementation of the above 1st. It enables it to treat as an integral value. For example, by the concentration data of 8-bit A/D conversion, it will specify in the range to 0-256 of $n = 8$. Moreover, what is necessary is to memorize to ROM which is not beforehand illustrated as a table of a count result, and just to also read the output of the sigmoid function at this time one place, when READ(ing) the parameter of NN.

[0047] Drawing 7 is the block diagram showing the 2nd configuration of the gestalt of operation. This bill truth differentiation equipment 100 is equipped with the recognition conveyance unit 1, the CCD sensor 2, the A/D-conversion section 3, buffer memory 4, a control circuit 5, the pretreatment section 6, a denomination and the direction distinction section 7, the reference storing section 8, the watermark field extract processing section 9, NN processing section 10, NN processed-data storing section 11, the truth differentiation section 12, and the truth differentiation data storage section 13.

[0048] In these configurations, the data stored in NN processed-data storing section 11 are different from the case of the gestalt of implementation of the above 1st, and NN processing section 10 which processes the data on a radical is different. That is, with the gestalt of operation of **** 2, NN processed-data storing section 11 is equipped with 11d of sigmoid function tables. An example of a sigmoid function table is shown in drawing 8. In 11d of this sigmoid function table, in the case of the address 0002592, an input value is set to $2592 / 2 = 1296$, and an actual value is set to $(1296 - 2000) / 256 = -2.75$, for example. Moreover, 15 which the output value of the

sigmoid function to this input value gave the drawing Nakashita line is referred to, and an actual output value is set to $15 / 256 = 0.06$. That is, the input value of the address 0002592 is -2.75, and it means that the output value at this time is 0.06.

[0049] In addition, generally, although treated in hexadecimal by digital processing, it expresses with the decimal number here for explanation. Therefore, a joint load is also changed and memorized for an integer from a decimal. At the gestalt of implementation of the above 1st, a joint load is $2n$ about this, although it was a forward negative fraction. Since an output value is expressed as an integral value in order to double and to memorize as an integer, and it can constitute from easy processing of only an integer sum-of-products operation, very high-speed processing speed can be realized without spoiling precision.

[0050] Moreover, on condition that the gestalt of implementation of the above 1st, when the output of 205 or more and 2 has the output of output layer 10c close to 0, and the output of 205 or more and 1 has the output of true ticket and output layer 10c close to 0, it becomes a fake bill. The flow chart of watermark NN distinction processing of the gestalt of the 2nd operation is shown in drawing 9. First, after it reads a transparency image by the recognition conveyance unit 1 and the CCD sensor 2 (Sc1) and the pretreatment section 6 performs edge logging, an integral and normalization, and denomination distinction of a transparency image (Sc2, Sc3, Sc4), it spaces by the watermark field extract processing section 9, and a field is started (Sc5). Then, processing which removes the effect of nonlinear dotage of image data is performed to the watermark field by NN processing section 10 (Sc6). First, if image data is outputted to each unit of input layer 10a as mentioned above (Sc6**), as mentioned above, the operation based on a joint load will be performed for every unit, and the result of an operation W12 will be outputted to each unit of interlayer 10b (Sc6**). As interlayer 10b was also mentioned above, the operation based on a joint load is performed for every unit, and the result of an operation W23 is outputted to each units 1 and 2 of output layer 10c (Sc6**). In each units 1 and 2 of output layer 10c, as mentioned above, the operation based on a joint load is performed for every [each unit 1 and] two, and outputs the value to 0-1 to the truth differentiation section 12, respectively. And with reference to the slice value which has been stored in the truth differentiation data storage section 13 and which was mentioned above, as mentioned above, truth is judged (Sc7), the differentiation result is displayed on the display which is not illustrated, and the truth differentiation section 12 reports truth to an operator. Therefore, in the truth differentiation section 12, truth can be judged in the condition that there is no effect of nonlinear dotage of image data, by judging truth with a slice value.

[0051] According to the gestalt of implementation of the above 2nd, since it becomes unnecessary to carry out concentration transform processing of 0-1 with the effectiveness of the gestalt of implementation of the above 1st compared with the case of the gestalt of implementation of the above 1st, processing speed can improve sharply.

Although it was the case where truth was distinguished [with the gestalt of implementation of the gestalt above 1st of the 3rd operation, or the gestalt of implementation of the above 2nd] as a value near 256 or the value near this, 0, or this, for example With the gestalt of operation of **** 3, the three or more numbers of units of output layer 10c were prepared, and in the case of the true ticket, when all the units were ON and a fake bill, the truth differentiation section 12 processed [all the units] the training pattern as OFF.

[0052] Next, the differentiation type for judging truth is shown. In addition, Oj shows each output value in output layer 10c. That is, in the case of a true ticket, it is $O1+O2+$. -- It distinguishes by $+ Oj > \alpha$ and, in the case of a fake bill, it is $O1+O2+$. -- It distinguishes by $+$

Ojα. Thereby, with the gestalt of operation of **** 3, it becomes possible to raise a network margin, and as differentiation is also shown in a degree type, when it is beyond a slice value with total of the output value of all units, it can process in the condition of a fake bill a true ticket and except it. This shows that it is possible to treat like treatment by the comparison of the conventional envelope method.

[0053] Therefore, according to the gestalt of operation of **** 3, it becomes possible to raise the further differentiation precision.

The gestalt of operation of gestalt **** 4 of the 4th operation improves the configuration at the time of the parameter design of NN. Explanation of the same configuration as the gestalt of implementation of the above 1st etc. or processing is omitted.

[0054] Drawing 10 is the important section block diagram of the gestalt of the 4th operation. It spaces in drawing and fundamental processing of the field extract processing section 9, NN processing section 10, and the truth differentiation section 12 is the same as that of the gestalt of implementation of the above 1st. As other configurations, it has the description data extraction and the preservation section 14, the training pattern database 15, and the load parameter storing section 16.

[0055] With the gestalt of operation of **** 4, whenever it performs truth differentiation, updating of the load parameter given to NN processing section 10 is enabled. That is, it is necessary to make it carry out separately about study only by the differentiation function with the configuration of the gestalt of operation of the above 1st using another simulation terminals (PC, WS, etc.). However, when it thinks in the viewpoint of a recognition rate, even if it is a true ticket in the dirt for a watermark field, a location gap, etc. Although the case where it rejects is very rare, when it generates, the printing pattern before and after integral-izing of the watermark field of the bill which rejected is stored. It uses as an object for analysis behind, or the training pattern is memorized beforehand, as a configuration which can add these rejection patterns to a training pattern by assignment afterwards, study is made possible inside equipment and renewal of sequential of the load parameter is carried out.

[0056] In the case of a true ticket, it processes like the gestalt of implementation of the above 1st as a normal ticket, but the truth differentiation section 12 saves the pattern before and behind contraction of the watermark field of the bill in the description data extraction and the preservation section 14, when set to NG. The data is used as an object for analysis, in the case of the pattern of a true ticket, is selected behind, and registers the pattern after reducing to the training pattern database 15 into it. Furthermore, the load parameter of the load parameter storing section 16 is updated at any time by study based on the training pattern database 15.

[0057] Therefore, since it can update in a more suitable load parameter according to the gestalt of implementation of the above 4th when actually carrying out truth differentiation, the suitable truth differentiation adapted to the system is attained, and the version up which considered the recognition rate of equipment etc. is being able to carry out comparatively easily. When the truth differentiation section 12 discriminates from NG with the gestalt of implementation of the above 1st, by ATM etc., a customer's transaction log is extracted and is memorized in the storage section which is not illustrated, and reference behind is enabled and it is made for the gestalt of operation of the gestalt of operation of gestalt **** 5 of the 5th operation to report to high order equipment etc. in the case of a false. For example, if the log of dealings time, the account number, etc. is carried out or it reports each time, it will also become possible to prevent a crime in advance.

[0058] Therefore, although it used the forged ticket etc. when recognizing forgery of a bill etc. carried out the log of dealings time, the account number, etc. in **** again, since according to the gestalt of operation of **** 5 it becomes easy to specify, security nature improves. With the gestalt of operation of gestalt **** 6 of the 6th operation, it is the case of the gestalt of implementation of the above 1st, and is processing when the truth differentiation section 12 discriminates from NG, for example.

[0059] Drawing 11 is the important section block diagram showing the gestalt of the 6th operation. In drawing, fundamental processing of the reference storing section 8, a denomination and the direction distinction section 7, the watermark field extract processing section 9 and NN processing section 10, and the truth differentiation section 12 is the same as that of the gestalt of implementation of the above 1st. two or more loads parameter storing section [as other configurations] 16 (1) - 16 (n) -- having -- the output of said denomination and direction distinction section 7 -- each load parameter storing section 16 (1) - it inputs into 16 (n) and the load parameter according to a denomination is stored.

[0060] That is, it is what was characterized by changing the target load parameter after a denomination and direction distinction processing, for example, when 12 categories of a denomination and a direction exist, 12 different load parameters are beforehand registered by study for every pattern, and it chooses if needed. For example, in the case of the category of 1000 tickets, a table, and erection, differentiation precision is raised using the parameter corresponding to this.

[0061] According to the gestalt of operation of **** 6, since the load parameter according to a denomination exception, the conveyance direction exception, or its front flesh side can be set up, improvement in the further differentiation precision is expectable.

With the gestalt of operation of gestalt **** 7 of the 7th operation, the inclination of the sigmoid function which NN judging section 10 uses with the gestalt of implementation of the above 1st etc. is made adjustable. Adjustable setting may be performed by software or it may be made to perform it in hardware.

[0062] Drawing 12 is the adjustable explanatory view of a sigmoid function, an input value is taken along an axis of abscissa, and takes an output value along an axis of ordinate, and shows input-output behavioral characteristics. In drawing, if it sees on the basis of $1/(1+\exp(-x))$ of **, in $1/(1+\exp(-2*x))$ of **, an inclination becomes sudden and, as for $1/(1+\exp(-0.5*x))$ of **, the inclination is loose. That is, by the $F(x)=1/(1+\exp(-\alpha*x))$ formula, if $\alpha>1$, the inclination of a sigmoid function will become sudden and it will become nonlinear [distinction] more [it].

[0063] Moreover, if $\alpha<1$, the inclination of a sigmoid function will become loose and distinction will serve as linearity more. That is, the inclination of a sigmoid function is changed and it becomes possible to change differentiation level (response level). Therefore, according to the gestalt of operation of **** 7, since differentiation level is changeable according to the significance of truth differentiation etc., the high bill truth differentiation equipment of versatility can be offered.

[0064] With the gestalt of operation of gestalt **** 8 of the 8th operation, it is the case of the gestalt of implementation of the above 1st, for example, when the truth differentiation section 12 discriminates from NG, it rejects, and when it discriminates that it is truth, it is made to perform whole truth distinction processing. Drawing 13 is the important section block diagram showing the gestalt of the 8th operation.

[0065] In drawing, fundamental processing of the watermark field extract processing section 9, NN processing section 10, and the truth differentiation section 12 is the same as that of the gestalt of implementation of the above 1st. As other configurations, it has the load parameter storing section 16, the whole truth distinction section 17 which performs the conventional envelope processing, and the reference storing section 18 which stores the information on the denomination for performing envelope processing, a direction, etc., and the truth differentiation by the watermark differentiation processing by NN and the conventional envelope processing is used together.

[0066] That is, if it is O.K. in the result of the truth differentiation section 12, the whole truth distinction section 17 will distinguish truth differentiation of the whole bill by the envelope method, and rejection processing will be carried out, if this distinction is O.K. and it is a true ticket and NG. Therefore, according to the gestalt of operation of **** 8, in order to make the watermark differentiation processing by NN use together the truth differentiation by the conventional envelope method, truth differentiation of those other than a watermark field can also be carried out, a precision rise can be aimed at synthetically, and dependability UP(s).

[0067] With the equipment of the kind of ***** of the 9th operation, by dispersion in the thickness of a bill, and printing concentration etc., when it is made to normalize, owing to, it becomes [a watermark field] bright beyond the need that the concentration difference of a part with deep printing concentration and a watermark field becomes large, or it becomes dark conversely, and produces the problem that the input data of NN will vary.

[0068] The gestalt of this operation solves a problem. Drawing 18 is the block diagram showing the 9th configuration of the gestalt of operation. between the watermark field extract processing section [in / in the gestalt of this operation / the gestalt of the 1st operation] 9, and NN processing sections 10 -- spacing -- NN input -- difference -- what formed the data-extraction section 20 -- it is -- this NN input -- difference -- the difference of the direction of the description pattern with which the data-extraction section 20 was extracted as block data in the watermark field extract processing section 9 to a pixel of a train -- data computed and this makes have inputted into the NN processing section 10

[0069] In addition, since other configurations are the same as that of the gestalt of the 1st operation, the explanation is omitted. They are the explanatory view in which drawing 19's spacing through with the denomination of a bill, and a direction, and showing the example of the physical relationship of a field, and drawing in which drawing 20's spacing through with a category and showing the example of the relation of a field logging location. ** shown in drawing 19 -- Category B and a watermark field make a certain denomination A Category C for the denomination B to which the denomination A which has a watermark field in a head side among bills has Category A and a watermark field in a center section a rear side like.

[0070] Category A and Category C of a denomination are the same, the case where directions differ is shown and Category B shows the case where Category A and Category C differ from a denomination here. Thus, since the location of the watermark field of a bill changes with directions of [at the time of reading the denomination of a bill, and a bill], it is spaced based on the information distinguished in a denomination and the direction distinction section 7, and determines the location of a field as either the category A of drawing - the category C.

[0071] The block coordinate value of the logging location P of the watermark field in Category A - Category C is beforehand decided like drawing 20 , and it chooses and spaces the coordinate value corresponding to the determined category, and the field extract processing section 9 spaces it, and it starts and extracts a field. When this is explained with reference to drawing 21 , this

drawing 21 is an explanatory view for a watermark field extract. For example, since the watermark field of a bill is located in the center section of the bill in the direction distinction of a denomination as shown in drawing 19 when the watermark field of a bill is decided with Category B By making into upper left zero criteria the block coordinate $x = 2$ of the logging location P shown in drawing 20, and $y = 6$, in the x directions, integral block data is started by n pieces (the gestalt of this operation 5×6 pieces) in m pieces and the direction of y, and is extracted in them.

[0072] This extracted data is 8-bit multiple-value shade data. Drawing 22 is the explanatory view of NN input data, and the numeric value in drawing shows the data number inputted into NN. The data number 0 of this drawing serves as an absolute value of the absolute value of the value which lengthened the integral value of a data number 0, and the value to which the data number 20 lengthened the integral value of a data number 20 from the integral value of a data number 25 similarly from the integral value of a data number 5.

[0073] such processing -- spacing -- NN input -- difference -- it performs from a data number 0 to a data number 24 by the data extraction section 20 -- making -- final -- 25 difference -- data -- obtaining -- this 25 difference -- data are passed through and inputted into NN processing section 10, and a sum-of-products operation is carried out. in addition, an above-mentioned example -- the direction of a train -- difference -- although processed -- a line writing direction -- difference -- it cannot be overemphasized that you may process, a line writing direction is extracted in one excess in that case, and it starts by 6×5 pieces.

[0074] moreover, the thing for which the entry-of-data range at this time is set to 0 to 256 -- it is -- the difference of order -- when data exceed 256, it is made 256 and a limit is added to the range of data. Drawing 23 is drawing showing the configuration of NN used with the gestalt of this operation. This NN is constituted [number / of units / of an input layer] considering the number of units of 15 and an output layer as 2 in 25 and an interlayer's (hiding layer) number of units.

[0075] the gestalt of this operation -- like -- difference -- by using data, NN input data spaces and it is stabilized to fluctuation of the brightness of a field. NG tickets, such as a copy ticket which does not exist in a watermark especially, -- receiving -- fluctuation of the brightness of a watermark field -- receiving -- all difference -- since data become close to a value 0, it can reject certainly.

[0076] Drawing 24 is the explanatory view showing the example of input data at this time, and it is indicated that an output value 256 serves as a unit number of an input layer on an axis of abscissa, and serves as the output percent of the unit concerned an axis of ordinate with 100%.

(a) is the example of a true ticket in this drawing, (b) Example 1 of NG (false) ticket, (c) Example 2 of NG ticket is shown.

[0077] In addition, although sigma value is described as 1093, 992, and 1167 all over drawing, respectively, this is the sum total of the output value of each unit. This drawing 24 shows the following things. Namely, (a) (b) There is a difference remarkable in the magnitude of an output value, and, also for sigma value, (a) is 1093, (b) 992, (b) The output value of direction is small.

[0078] Therefore, in such an example, although differentiation called a fake bill is possible only by comparing only sigma value simply if it is beyond the threshold level value T with sigma value and is a true ticket and under the threshold level value T even if it does not use NN (a) (c) in a case, a difference remarkable in the magnitude of an output value sees -- not having -- moreover -- (c) NG ticket cannot perform exact differentiation only by sigma value comparing only sigma value simply by 1167, since it is large compared with 1093 of the true ticket of (a).

[0079] However, when the technique made to judge due to each unit relation value like NN is used, it is with this (a). (c) Differentiation becomes certainly possible even when like. Drawing 25 is also used and this actuation of NN is explained further. Drawing 25 is drawing showing the example of a sigmoid function. In said drawing 23, differentiation processing of NN shifts in the direction of REC.

[0080] First, the output of the unit in interlayer 10b is as follows when making a sigmoid function like drawing 25 into an I/O function. the memory top which this sigmoid value of a function does not illustrate -- beforehand -- a table -- it is-izing and held, and when NN processing is performed, it is referred to if needed.

[0081]

[Equation 1]

[0082] The output of the unit in output layer 10c is as follows similarly.

[0083]

[Equation 2]

[0084] This output-value O2j Truth is judged. That is, it is O2j if a threshold level value is set to 100. A true ticket and less than 100 become a rejection ticket about the case where it is 100 or more. It is transmitted to the high order equipment which is not illustrated as RES, and this differentiation result is reported to an operator.

[0085] For (a), at the example of the input data shown in said drawing 24, a differentiation result is a true ticket by the output 256, (b) It reaches. (c) The data of a rejection ticket are obtained by the case with an output 0. namely, the gestalt of this operation -- like -- NN input value -- spacing -- the difference of the direction of a train of the integral block data of a field -- (a) which dispersion in NN input data is reduced and is similar by having considered as the value (c) Also in a pattern, it becomes possible to carry out truth differentiation correctly.

[0086] Next, the study approach of NN in the gestalt of this operation is repeatedly performed until an accumulation square error with teacher data becomes close to 0, as the output of the unit of the output layer 10 becomes right at the sense of the arrow head BP shown in drawing 23 using said BP method. The watermark pattern of an output 256 and a rejection ticket makes the watermark pattern of a true ticket learn in the example of the gestalt of this operation, so that it may become an output 0.

[0087] the amount of load corrections at this time -- BP -- it is computed by law by the following formulas.

[0088]

[Equation 3]

[0089] Thus, by using the BP method, it is possible to turn the error value of each unit of output layer 10c to the unit of input layer 10a, and to feed it back in order, and it is possible by repeating and performing these actuation to carry out asymptotic [of the error of all input data] to 0 infinite finally. according to the gestalt of the 9th operation explained above -- the input data of NN -- difference -- since it is considering as data, when it is made to normalize by dispersion in the thickness of a bill, and printing concentration etc., that a part with deep printing

concentration and the concentration difference of a watermark field become large can reduce dispersion in the input data of NN based on a watermark field becoming bright beyond the need, or becoming dark owing to.

[0090] Therefore, it becomes possible to carry out NN processing of the pattern of the watermark field of a bill in the condition with little dispersion of having been stabilized, and the very highly precise differentiation of it is attained. Especially, it becomes strong to fluctuation of the thickness and printing concentration of a bill, dirt, etc., and since NN input values, such as a copy ticket with which a watermark field does not exist, are stabilized even if it is a bill with bright concentration, and it is a bill with dark concentration, very highly precise bill differentiation is realizable.

[0091] With the bill truth differentiation equipment of the kind of ***** of the 10th operation Since a watermark field will be amended brightly beyond the need when the image image of a bill is dark, The component of noises, such as few stains, dust, etc. adhering to a watermark field, will be emphasized. Like the intact bill as for which a shade difference generates a watermark field in the input data of the image image in the bill not existing, or dirt becomes empty conversely and which is not, when an image image is bright A watermark field will be amended darkly beyond the need and there is a problem [a shade difference] no longer coming out of to the input data of the image image of the bill of the true ticket with which the watermark field of normal exists.

[0092] Therefore, when NN is made to learn so that the forged ticket which printed the image image of the bill of the genuine article incorporated with the copy ticket with which a watermark field does not exist, or the scanner by the color printer etc. may be spaced certainly and it may discriminate having no field, the true ticket with which the watermark field of normal exists will be spaced accidentally, it will discriminate having no field, and the rate of a true ticket receptionist in equipment will fall.

[0093] therefore, a watermark NN input [in / in the gestalt of this 10th operation / the gestalt of the 9th operation] -- difference -- it is made to carry out gain amendment of the output of the data extraction section 20. It can lose becoming possible to negate the effect of normalization, spacing beyond the need, and amending a pattern by doing in this way. Drawing 26 is the block diagram showing the 10th configuration of the gestalt of operation.

[0094] drawing -- setting -- 21 -- spacing -- NN input -- difference -- the data gain amendment section 21 -- it is -- a watermark NN input -- difference -- it is prepared between the data extraction section 20 and NN processing section 20. Other configurations are the same as the gestalt of the 9th operation. the gestalt of this operation -- setting -- spacing -- NN input -- difference -- the data gain amendment section 21 -- a watermark NN input -- difference -- the difference outputted from the data extraction section 20 -- it is the amendment section which multiplies data by the correction factor alpha ($\alpha = N/N_r$, N:image-data average-concentration value, N_r : criteria average concentration value).

[0095] A correction factor alpha ($\alpha = N/N_r$) is less than one value by the dark image image, and becomes one or more values by the bright image image. Gain amendment processing is explained using drawing 22 . The data number 0 shown in drawing 22 in the gestalt of this operation becomes what multiplied the absolute value which lengthened the integral value of a data number 0 by the correction factor alpha from the integral value of a data number 5, and a data number 20 becomes what multiplied the absolute value which lengthened the integral value of a data number 20 by the correction factor alpha from the integral value of a data number 25 similarly.

[0096] Finally by making it perform from such a processed-data number 0 to a data number 24, 25 description data are obtained. Next, NN processing is performed like the gestalt of the 9th operation in inputting it into NN processing section 20, using this gain amendment data as NN input data, and truth differentiation is performed by the truth differentiation section 12 based on that output.

[0097] It is transmitted to the high order equipment which is not illustrated, and a differentiation result is reported to an operator. the difference which was explained above and which carried out gain amendment of the input data of NN with the brightness of an image image according to the gestalt of the 10th operation -- since it is considering as data, dispersion in the pattern of a watermark field can be further reduced now, and very highly precise truth differentiation is attained.

[0098] Especially, it becomes strong to fluctuation of the thickness and printing concentration of a bill, dirt, etc., and fake bills, such as a copy ticket with which a watermark does not exist, can be certainly rejected now, holding a high true ticket recognition rate, even if it was a bill with bright concentration, and it was a bill with dark concentration, and very highly precise truth differentiation is attained.

the difference which it is difficult to distinguish from a genuine article, and differentiation equipment which can reject these NG tickets certainly is desired, therefore was used with the 9th operation gestalt in the gestalt of this 11th operation when it was NG ticket with which some patterns of a watermark field differ from the genuine article by the method of the gestalt former of the 11th operation -- differential data are used instead of data.

[0099] thus, **** for differential data -- it becomes possible to become possible to catch the pattern of a watermark with a sufficient precision, and to raise truth differentiation precision by things further. Drawing 27 is the block diagram showing the 11th configuration of the gestalt of operation. The gestalt of this operation is what spaced between the watermark field extract processing section 9 and NN processing section 10, and formed NN input differential data extraction section 22, and other configurations are the same as that of the gestalt of the 9th operation.

[0100] The watermark NN input differential data extraction section 22 is spaced using a differential spatial filter, and extracts the boundary pattern of E@JJJ of a field positively. Drawing 28 is drawing showing an example of the Laplacian filter used as a differential spatial filter. NN input differential data extraction processing at the time of using such a differential spatial filter is explained using said drawing 22 .

[0101] Since a differential spatial filter does not correspond to all, it cannot create, therefore differential data are made extracted about the data number data 0-5 shown in drawing 22 , and 9, 14, 15, 19, 20 and 24 to data numbers other than this. For example, in drawing, the differential data of a data number 6 serve as total of what doubled the data of a data number 6 four, the data of a data number 1, the data of a data number 5, the data of a data number 7, and the data of a data number 11.

[0102] Such processing is carried out also to the remaining data numbers, and, finally 12 description data are obtained. Thus, NN processing is performed like the gestalt of the 9th operation in inputting them into NN processing section 20 like the gestalt of the 9th operation, using the obtained differential data as NN input data, and truth differentiation is performed by the truth differentiation section 12 based on the output.

[0103] It is transmitted to the high order equipment which is not illustrated, and a differentiation result is reported to an operator. Drawing 29 is drawing showing the example of the input data of

NN in the gestalt of this operation, (c) Since NN input data and the difference of a true ticket of (a) arise when it is NG ticket (some patterns differ), truth differentiation can be carried out certainly. In addition, since the gestalt of the 9th operation explained differentiation of NN, and study actuation, the explanation is omitted.

[0104] With the gestalt of the 11th operation, as stated above, since the differential data of the watermark field of a bill are created and he is trying to make this input into NN processing section, the description of the pattern of a watermark field can be efficiently extracted now, and very highly precise truth differentiation can be realized. NG data with which a part of watermark of a bill is missing especially can be rejected certainly, and it becomes possible to offer very highly efficient equipment.

[0105] In addition, although the case where the gestalt of each operation mentioned above carried out truth differentiation of a bill in automatic machines, such as an automatic vending machine, a money-changing machine, and automatic transfer, deposit, a drawer machine, was explained, this invention is not restricted to this, and also when performing truth differentiation of negotiable securities, a trust policy, a ticket, a document, printed matter, etc., it can be applied.

[0106]

[Effect of the Invention] As explained above, even if it does not perform envelope processing like before according to the bill truth differentiation equipment of this invention It pretreats to the image image read in the watermark field currently printed by the medium using the transmitted light etc. Since the effect of nonlinear dotage can be removed from the smooth image of the shape of a mosaic of the watermark field which is the output and a watermark pattern can be distinguished now, The effectiveness that truth of a medium can be judged correctly and with high precision, using effectively the watermark pattern which is one of the advantages of optical system using the transmitted light is acquired.

[Translation done.]

(19)日本特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-92683

(P2002-92683A)

(43)公開日 平成14年3月29日(2002.3.29)

(51)Int.Cl.	識別番号	F I	データコード(参考)
G 0 7 D 7/20		G 0 7 D 7/20	3 E 0 4 1
G 0 6 T 1/00	3 1 0	G 0 6 T 1/00	3 1 0 Z 5 B 0 5 7
	3 5 0	7/00	3 5 0 C 5 C 0 7 6
G 0 7 D 7/12		G 0 7 D 7/12	5 L 0 9 6
H 0 4 N 1/387		H 0 4 N 1/387	
審査請求 未請求 請求項の数16 O L (全 22 頁)			

(21)出願番号 特願2001-110807(P2001-110807)

(22)出願日 平成13年4月10日(2001.4.10)

(31)優先権主張番号 特願2000-215140(P2000-215140)

(32)優先日 平成12年7月14日(2000.7.14)

(33)優先権主張国 日本(JP)

(71)出願人 000000295

沖電気工業株式会社

東京都港区虎ノ門1丁目7番12号

(72)発明者 川人 勝彦

東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気
工業株式会社内

(74)代理人 100069615

弁理士 金倉 喬二

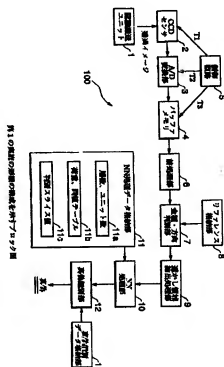
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 媒体真偽鑑別装置

(57)【要約】

【課題】 紙幣等の媒体に対する真偽鑑別精度を向上させる。

【解決手段】 真券である媒体の画像を透過光を利用してCCDセンサ2で読み取り、その画像データから透かし領域のパターンを透かし領域抽出処理部9で抽出し、その抽出したパターンデータの非線形的なばけの影響をNN処理部10で取り除いた後、真偽鑑別部12で真偽鑑別を行う。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 真偽鑑別対象の媒体から読み取った透かしの画像データの非線形的なぼけの影響を取り除き、真偽の判明している媒体から読み取った透かしの画像データの非線形的なぼけの影響を取り除いた基準と比較することによって、真偽鑑別対象の媒体の真偽を鑑別するようにしたことを特徴とする媒体真偽鑑別装置。

【請求項2】 真の透かしが印刷された真の媒体から透かしイメージを読み取って真の透かし画像データを取得し、その真の透かし画像データから透かしの真の特徴パターンを抽出し、

その真の特徴パターンをニューラルネットワークに入力して学習させ、媒体の真偽を区別できるようにニューラルネットワークの重み係数及び出力閾値を記憶しておく、

真偽鑑別対象の媒体の透かしが印刷されている領域から画像データを取得し、その画像データから特徴パターンを抽出してニューラルネットワークに入力し、このときのニューラルネットワークの出力とスライス値とを比較することで、真偽鑑別対象の媒体の真偽を鑑別するようにしたことを特徴とする媒体真偽鑑別装置。

【請求項3】 請求項2において、

真の特徴パターンを抽出するとともに、偽の透かしが印刷された偽の媒体から透かしイメージを読み取って偽の透かし画像データを取得し、その偽の透かし画像データから透かしのリジェクトパターンを抽出し、

真の特徴パターン及びリジェクトパターンをニューラルネットワークに入力して学習させたことを特徴とする媒体真偽鑑別装置。

【請求項4】 請求項2又は請求項3において、ニューラルネットワークの学習を、取り扱う全ての媒体の種類毎に行い、全ての種類毎に媒体の真偽を鑑別できるようにニューラルネットワークの重み出力を記憶しておく、

真偽鑑別対象の媒体の印刷イメージ全面の画像データを取得して媒体の種類を区別する領域を読み取って、その種類を決定した後、

真偽鑑別対象の媒体の印刷イメージ全面の画像データから、決定した種類に対応する透かし領域の透かしイメージを読み取って透かし画像データを取得するようにしたことを特徴とする媒体真偽鑑別装置。

【請求項5】 請求項2から請求項4のいずれかにおいて、ニューラルネットワークは、特徴パターンに含まれる所定の数の濃度値を出力する入力層と、この入力層の出力を入力する少なくとも一つ以上の中間層と、この中間層の出力を入力する出力層とからなるパーセプトロン構造で構成し、

真の特徴パターン又はリジェクトパターンを予め読み取

って学習することによって、中間層に与えるネットワーク結合荷重とバイアス荷重とを含む荷重パラメータに修正を加えておき、

中間層では、修正を加えた荷重パラメータを使用して積和演算処理を実行して出力層に出力し、

出力層では、予め設定した判別スライス値によって中間層の出力値をスライスし、

その出力層に出力される真偽情報に基づいて紙幣の真偽鑑別結果を出力することを特徴とする媒体真偽鑑別装置。

【請求項6】 請求項5において、

ネットワーク結合荷重とバイアス荷重を整数のテーブルで保持し、入力層、中間層及び出力層のいずれの入出力値も整数値で処理するようにしたことを特徴とする媒体真偽鑑別装置。

【請求項7】 請求項4において、

出力層には、真又は偽を出力するように定義した少なくとも2つ以上の出力ユニットを設け、真偽は各出力ユニットの出力により判別するようにしたことを特徴とする媒体真偽鑑別装置。

【請求項8】 請求項5において、

ネットワーク結合荷重は、出力層の出力誤差を検知して誤差の大きい媒体の場合に、そのときの特徴パターンを記憶するように学習によって修正されるようにしたことを特徴とする媒体真偽鑑別装置。

【請求項9】 請求項2又は請求項3において、

偽と判別された場合には、通信網で接続する上位装置にアラーム信号を送信して、上位装置側でオペレータに報知するようにしたことを特徴とする媒体真偽鑑別装置。

【請求項10】 請求項2又は請求項3において、

媒体のカテゴリ毎にニューラルネットワークを別に設け、そのカテゴリ毎にニューラルネットワークを切り替えて真偽を鑑別するようにしたことを特徴とする媒体真偽鑑別装置。

【請求項11】 請求項2又は請求項3において、ニューラルネットワークでの積和演算の入出力関数を、シグモイド関数とし、その傾きを可変としたことを特徴とする媒体真偽鑑別装置。

【請求項12】 請求項2又は請求項3において、媒体の全印刷パターンから媒体の真偽を判別する真偽判別機能を備えたことを特徴とする媒体真偽鑑別装置。

【請求項13】 媒体を透過した透過光を受光して媒体のイメージを読み取るイメージセンサと、

このイメージセンサが読み取った媒体のイメージから透かし領域のイメージを抽出して透かし画像データを抽出する透かし領域抽出処理部と、

前記透かし画像データの特徴パターンを入力データとする入力層、1つ以上の中間層、及び出力層から構成される透かしニューラルネットワーク処理部と、

該ニューラルネットワークの出力とスライス値とを比較

することで、真偽鑑別対象の媒体の真偽を鑑別する真偽鑑別部とを備えたことを特徴とする媒体真偽鑑別装置。

【請求項14】 媒体を透過した透過光を受光して媒体のイメージを読み取るイメージセンサと、

このイメージセンサが読み取った媒体のイメージから透かし領域のイメージを抽出して透かし画像データを抽出する透かし領域抽出処理部と、

前記透かし画像データの特徴パターンを、列または行方向の差分データとして抽出する透かしニューラルネットワーク入力差分データ抽出手段と、

該差分データを入力データとする入力層、1つ以上の中間層、及び出力層から構成される透かしニューラルネットワーク処理部と、

該ニューラルネットワークの出力とスライズ値とを比較することで、真偽鑑別対象の媒体の真偽を鑑別する真偽鑑別部とを備えたことを特徴とする媒体真偽鑑別装置。

【請求項15】 媒体を透過した透過光を受光して媒体のイメージを読み取るイメージセンサと、

このイメージセンサが読み取った媒体のイメージから透かし領域のイメージを抽出して透かし画像データを抽出する透かし領域抽出処理部と、

前記透かし画像データの特徴パターンを、列または行方向の差分データとして抽出する透かしニューラルネットワーク入力差分データ抽出手段と、

前記差分データのゲイン補正を行う透かしニューラルネットワーク差分データゲイン補正手段と、

ゲイン補正後の差分データを入力データとする入力層、1つ以上の中間層、及び出力層から構成される透かしニューラルネットワーク処理部と、

該ニューラルネットワークの出力とスライズ値とを比較することで、真偽鑑別対象の媒体の真偽を鑑別する真偽鑑別部とを備えたことを特徴とする媒体真偽鑑別装置。

【請求項16】 媒体を透過した透過光を受光して媒体のイメージを読み取るイメージセンサと、

このイメージセンサが読み取った媒体のイメージから透かし領域のイメージを抽出して透かし画像データを抽出する透かし領域抽出処理部と、

前記透かし画像データの特徴パターンを、微分空間フィルタを用いて微分データとして抽出する透かしニューラルネットワーク入力微分データ抽出手段と、

該微分データを入力データとする入力層、1つ以上の中間層、及び出力層から構成される透かしニューラルネットワーク処理部と、

該ニューラルネットワークの出力とスライズ値とを比較することで、真偽鑑別対象の媒体の真偽を鑑別する真偽鑑別部とを備えたことを特徴とする媒体真偽鑑別装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、媒体真偽鑑別装置に関するもので、特に紙幣等の媒体に印刷した図形等の

透かし部を光学的に読み取り、そのすかし部のイメージを基に媒体の真偽を鑑別する装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来の媒体真偽鑑別装置として、例えば紙幣を扱う自動機に用いられる紙幣真偽鑑別装置がある。図30は従来の媒体真偽鑑別装置の構成を示すブロック図である。この媒体真偽鑑別装置500は、取扱い媒体である紙幣Pの全面の印刷パターンのイメージを読み取るイメージ読取部50と、読み取った画像データの画素を積分化し、そこから紙幣Pの透かしパターンを抽出してモザイク化して平滑化する前処理を行う前処理部51と、金種を判別する金種判別部52と、イメージ読取部50によって読み取られた画像データに対してエンベロープ処理を行うエンベロープ処理部53と、前処理の結果や金種やエンベロープ処理結果等を総合的に判断して紙幣の真偽を鑑別する真偽鑑別部54とを有している。

【0003】次に、従来の紙幣真偽鑑別処理を説明する。図31はその紙幣真偽鑑別処理を示すフローチャートである。従来の紙幣真偽鑑別装置500では、イメージ読取部50が紙幣Pの印刷イメージ全面を光学的な透過パターンとして電気信号化して取り込んで画像データを取得し(S50)、前処理部51が取得した画像データの中の特徴的な特徴画像データ、例えば、透かしの画像データを抽出するとともに(S51)、金種判別部52が画像データから金種を記載している領域を読み取って金種を決定し(S52)、エンベロープ処理部53がその紙幣Pのカテゴリを基準とする画像データと特徴画像データとを比較してそのカテゴリを決定し(S53)、真偽鑑別部54が前処理の結果や金種やエンベロープ処理の結果を総合的に判断してカテゴリに対する真偽を鑑別する(S54)。

【0004】次に、前記前処理を説明する。図32は前処理の説明図で、同図(1)に紙幣の紙幣イメージ(画像データ)取得時、(2)に紙幣イメージの積分正規化時、(3)に透かし領域の抽出時の概念を示す。読み込まれた紙幣イメージは、全面を $n \times m$ サイズの画像ブロックに積分・平滑処理される。

【0005】また、前記エンベロープ処理は、イメージ読取部50によって読み取られた画像データの信号レベルが基準濃度範囲にあるか否か、つまり、紙幣Pの全面の印刷パターンのイメージを読み取って取得した画素の濃度データが予め登録してある濃度データの下限と上限の間に入っているか否かを判断する処理である。このエンベロープ処理を行う場合には、画素の濃度データの分布の正規性が保証されている必要がある。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら上述した従来の技術では、透過光を利用して紙幣の印刷イメージを読み取り、前処理やエンベロープ処理を行って紙幣の

真偽を鑑別するようにしているため、これらの処理の特徴によって透かしパターンがぼけてしまうことがあり、透かしによる紙幣の真偽の鑑別を正確に行えないという問題がある。

【0007】すなわち、前処理では、読み取った画像データの画素を積分化し、そこから透かしパターンを抽出してモザイク化して平滑化しているため、本質的に透かしパターンがぼけてしまう。また、エンベロープ処理では、紙幣の特徴である透かし領域を認識する際に、紙幣の透かし部分の汚れ、透かしの位置ずれ、又は、透かし領域における折れ線の存在等の非線形要素の影響によって透かしパターンがぼけてしまうことがある。

【0008】したがって、従来の紙幣真偽鑑別装置では、エンベロープ処理時に、透かしの判別精度を上げることができなかったため、透過光を利用した光学系の利点の一つである透かしパターンの鑑別が不充分であった。本発明はこのような問題を解決するとを課題とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】そのため、本発明は、真偽鑑別対象の媒体から読み取った透かしの画像データの非線形的なぼけの影響を取り除き、真偽の判別している媒体から読み取った透かしの画像データの非線形的なぼけの影響を取り除いた基準と比較することによって、真偽鑑別対象の媒体の真偽を鑑別するようにしたことを構成上の特徴とする。これにより、従来のようにエンベロープ処理を行わなくても、紙幣等の媒体に印刷されている透かし領域から透過光等を利用して読み取ったイメージに対して前処理を行い、その出力結果である透かし領域のモザイク状の平滑画像から非線形的なぼけの影響を取り除いて、透かしパターンの判別を行うことができるようになるため、紙幣等の媒体の真偽の鑑別を正確かつ高精度に行うことができるようになる。

【0010】

【発明の実施の形態】まず、最初に媒体の透かし領域の真偽鑑別において、本発明で使用するニューラルネットワーク（以下、NNと略記する）の利点について説明する。NNは自己組織化能力に優れ、パターンを構成する個々のデータの連絡関係を捉えることが可能であり、パターン個々のデータの絶対値の比較をする従来の統計的鑑別手法ではデータの一部分に汚れ等のノイズが含まれている場合や、欠落している場合に誤った鑑別をしてしまうのに対し、もとの正規パターンを類推して性格な鑑別を実施できるという特徴を有している。

【0011】また、NNは一般の線形分離に頼っている従来の大小関係を判断している手法に対して、パターン空間を非線形に分離させることにより、精度の高い分離境界面が得られる。以下に、NNのパターン認識における利点を従来の線形分離の手法と比較して説明する。

【0012】図14は2次元パターン空間における従来

のカテゴリ分離の説明図である。この図に示した横軸をX、縦軸をYとする2次元パターン平面に、図示したようにカテゴリA、カテゴリB、カテゴリCのそれぞれ3種のパターンが分布している場合を考えると、従来の統計的手法による線形分離でカテゴリAのパターンの分布領域を抽出する場合には、X座標A ($x=A$)、B ($x=B$)及びY座標C ($y=C$)、D ($y=D$)の線分で囲まれた矩形領域が、求めるカテゴリAの抽出エリアとなる。

【0013】しかしながらこのエリア内には、カテゴリA以外のカテゴリB、カテゴリCの一部の標本（図中塗りつぶしたパターンがこれに相当する）が存在しており、この手法では3つのカテゴリ分布からカテゴリAのパターンのみを矩形の線分で抽出することは不可能である。このことは、カテゴリB、カテゴリCのパターンの分布領域を抽出する場合も同様である。

【0014】図15はNNを利用したカテゴリ分離の説明図である。この図に示したようにNNを利用した場合、図14と同じパターン空間内のカテゴリA、カテゴリB、カテゴリCを非線形領域として多自由度線分で分離することが可能であり、図示したように例えばカテゴリAのみを確実に抽出分離することができる。

【0015】以上の理由から、カテゴリ間の位置が近接しており、矩形範囲で分離できない場合、例えば、パターンのばらつきが大きく、完全に線形分離できないような場合にも、NNを利用することで確実に分離することができる。本実施の形態における媒体の透かし領域の鑑別においても、この透かし領域が特によれ易く、位置ずれや厚さのばらつきも大きいため、従来の手法では、これら透かし領域のパターンから媒体の真偽鑑別を精度よく行うことが非常に困難であったが、NNを利用することで簡単に真偽鑑別を精度よく行うことが可能になってきている。

【0016】一方、NNはその規模が大きくなると言い換えれば構成するユニット数が多くなると処理時間が長くなり、製品化した場合専用のハードウェア等が別途必要になって、コスト面からも非現実的なものとなるが、しかしながら媒体の透かし領域は一般的に媒体の一部にしか用いられないのでNNの規模は小さくて済み、処理時間も短くて済むのでソフトウェアのみで対応可能であり、媒体の真偽鑑別装置としての応用範囲も広い。

【0017】次に、NNと従来の統計的手法の真偽鑑別精度について説明する。いままでは、詳細に説明したようにNNはn次元のパターン空間から目的のカテゴリ集合を効率よく分離抽出させることが可能である。すなわち、真券分布集合と偽券分布集合を2分することを考えると、真券分布集合は既知の集合であるのに対し、偽券分布集合は予測できない未知の集合であり、真偽鑑別精度は既知である真券分布集合のn次元パターン空間上の真券収容容積の大きさと客観的に評価することができ

る。

【0018】この収容容積は、正規化距離値を用いて記述できる。図16は正規化距離値の定義を示す説明図である。本発明では、図に示すようにパターン空間における各次元のデータ分布の代表値(平均値)と実際のデータとの距離(差分値の絶対値)を正規化距離値と定義する。

【0019】データはガウス分布に近似され、図中のDがこの場合の正規化距離値に相当する。従来の手法によるn次元パターン空間における全正規化距離値(各次元における正規化距離値を2乗した総和の平方根)が D_p 、NN手法によるそれが D_n の場合、 $D_p > D_n$ の関係が成立し、従って、n次元パターン空間における真券収容容積は、従来手法の真券収容容積(V_p)が $V_p = D_p^n$ 、同様にNN手法の真券収容容積(V_n)が $V_n = D_n^n$ で代表されるものとなる。

【0020】すなわち、収容容積は全正規化距離値のn乗となり、真偽鑑別精度は収容容積が小さくなればなるほど高くなる。つまり、真偽鑑別精度は全正規化距離値のn乗に反比例して高くなり、NN方式により偽券検知精度が従来に比べて D_p^n / D_n^n 倍向上することを示している。

【0021】図17は収容容積と全正規化距離値の関係を模式的に示した説明図で、収容容積は全正規化距離値を半径とするn次元球の体積であり、従来手法による収容容積に対してNNによる収容容積が小さいことを示している。以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。尚、本発明の媒体真偽鑑別装置として、紙幣を扱う自動機に用いられる紙幣真偽鑑別装置を例に挙げて説明するが、これによりこの発明が限定されるものではない。また、紙幣の真偽の鑑別は、紙幣を搬送させて自動的に鑑別して収容する際や適当なタイミングで行うものとする。

第1の実施の形態

図1は第1の実施の形態の構成を示すブロック図であり、図2は縮小透過光学系の説明図である。

【0022】この紙幣真偽鑑別装置100は、認識搬送ユニット1と、CCDセンサ2と、A/D変換部3と、バッファメモリ4と、制御回路5と、前処理部6と、金種・方向判別部7と、リファレンス格納部8と、透かし領域抽出処理部9と、NN処理部10と、NN処理データ格納部11と、真偽鑑別部12と、真偽鑑別データ格納部13とを備えている。

【0023】前記認識搬送ユニット1は、図2に示すように、LED14の発する光を紙幣Xに照射したときの透過光をレンズ15によって縮小させてCCDセンサ2に結像させる縮小透過光学系を有しており、CCDセンサ2は、縮小透過光学系によって結像された透過イメージをアナログイメージデータとして光電変換する。このアナログイメージデータは図示しないアンプにより増幅

され、A/D変換部3に出力される。

【0024】A/D変換部3は、透過イメージのアナログイメージデータをデジタルイメージデータに変換し、このデジタルイメージデータは光源の照度分布の不均一さに対して濃度補正するため、図示しないシェーディング補正部によりデータ補正される。前記バッファメモリ4は、補正されたデジタルイメージデータを格納する。前記制御回路5は、CCDセンサ2を制御する信号T1、A/D変換部3を制御する信号T2、バッファメモリ4を制御する信号T3を出力し、それぞれのタイミングを取りながら処理させる。

【0025】前記前処理部6は、前記バッファメモリ4に格納されたデジタルイメージデータを読み出し、正規・積分化して圧縮し、特徴データとして出力する。前記金種・方向判別部7は、予め設定してあるリファレンスデータと特徴データとを比較して、紙幣の種類や取得した紙幣の搬送方向を判別する。紙幣の種類とは、千券や万券等の金種である。また、紙幣の搬送方向とは、読み取った紙幣の透過イメージの上下左右や表裏を識別するためのデータである。

【0026】前記リファレンス格納部8は、金種・方向判別部7が参照するリファレンスデータ等を格納する。前記透かし領域抽出処理部9は、真偽鑑別対象の紙幣等の紙幣の特徴データから、判別された紙幣の種類の透かしが印刷されている領域に該当する領域を透かしの特徴パターンとして抽出する。言い換えると、縮小透過光学系の特徴を生かすべく、判別された金種の紙幣の透かし領域分の位置切り出しを実施して透かし領域の画素を特徴パターンとして抽出する。

【0027】前記NN処理部10は、NN処理データ格納部11から荷重パラメータをロードして入出力関数を用いて積和演算処理を実施する。尚、入出力関数としては、例えば、0、1に飽和する非線形関数のシグモイド関数があり、この場合を想定して説明する。前記NN処理データ格納部11は、NNの層数やユニット数11aと、荷重パラメータや閾値を定義した荷重、閾値テーブル11bと、判別スライズ値11c等を格納する。特に、荷重パラメータは、真の透かしが印刷された真の紙幣から透かしイメージをCCDセンサ2によって読み取って取得した真の透かし画像データから透かしの真の特徴パターンを透かし領域抽出処理部9によって抽出した後に、その真の特徴パターンを入力して紙幣の真偽を区別できるように学習した結果として格納される。

【0028】前記真偽鑑別部12は、真偽鑑別対象の紙幣の特徴パターンがNN処理部10に入力された場合の出力と、真の紙幣の特徴パターンがNN処理部10に入力された場合の出力とを比較して真偽を鑑別し、図示しない上位装置に鑑別結果を送信する。前記真偽鑑別データ格納部13は、真の紙幣の特徴パターンがNN処理部10に入力された場合の出力を予め記憶しておく。例え

ば、シグモイド関数の場合には、NN処理部10の出力層のデータが、最終的に1又はこれに近い値の時に真偽であると設定しておく。

【0029】次に、NN処理部10を構成するNNを説明する。図3はNNの構成を示す概念図である。尚、NNの構成としては、紙幣から読み取った透かしの画像データの非線形的なぼけの影響を取り除くことが可能な層数であれば何層であってもよく、ここでは、入力層、中間層及び出力層からなる3層のニューラルネットワーク(NN)とし、紙幣鑑別として要求される高い処理速度を実現する場合を説明する。

【0030】図において入力層10aは88個のユニット数、中間層10bは50個のユニット数、出力層10cは2個のユニット数とし、それぞれ左から順にユニット番号1, 2, 3, ...を付してある。入力層10aの各ユニットには、透かし領域の濃度データが入力され、その濃度データを0~1の範囲で正規化し、その正規化して得た値を出力値として中間層10bの各ユニットに出力する。このときの中間層10bと入力層10aの結合は全結合であり、個々の中間層10bの各ユニットは、入力層10aの全てのユニットと結合されている。同様に、出力層10cと中間層10bの結合も全結合である。

【0031】以下に、一般的に知られているNN理論に基づくNN処理部10の各層の入出力の関係式を示す。尚、 $f(x)$ は入出力関数であり、ここでは入出力関数としてシグモイド関数を使用し、 $f(x) = 1 / (1 + \exp(-x))$ とする。入力層10aと中間層10bの関係

$$O_j = f(I_j)$$

$$I_j = \sum (W_{ij} \cdot O_i) + \theta_j \quad (i = 1, 2, \dots, N)$$

$$O_j = f(I_j)$$

O_i : 入力層10aのユニットiの出力

I_j : 中間層10bのユニットjへの入力

O_j : 中間層10bのユニットjの出力

W_{ij} : 入力層10aのユニットiと中間層10bのユニットjとの結合荷重

θ_j : 中間層10bのユニットjの閾値

N : 入力層10aのユニット数(この例ではN=88)

中間層10bと出力層10cの関係

$$I_{2j} = \sum (W_{2ij} \cdot O_{2i}) + \theta_{2j} \quad (i = 1, 2, \dots, N_2)$$

$$O_{2j} = f(I_{2j})$$

I_{2j} : 出力層10cのユニットjへの入力

W_{2ij} : 中間層10bのユニットiと出力層10cのユニットjとの結合荷重

O_{2i} : 中間層10bのユニットiの出力

θ_{2j} : 出力層10cのユニットjの閾値

O_{2j} : 出力層10cのユニットjの出力

つまり、透かしのイメージデータが、入力層10aの各ユニットiに入力すると、入力層10aの各ユニットiは、出力値 O_i を出力する。

【0032】この出力値 O_i は、入力層10aのユニットiと中間層10bのユニットjとの結合荷重 W_{ij} に基づいた重み付けがなされて、中間層10bの各ユニットjに入力されることになる。したがって、各層の各ユニットは全結合であるため、中間層10bの各ユニットjには、入力層10aの各ユニットiのそれぞれの出力値 O_i の総和が入力値 I_j として入力することになる。

【0033】その入力値 I_j は、 $I_j = \sum (W_{ij} \cdot O_i) + \theta_j$ で算出される。ここで、 Σ は $i = 1, 2, \dots, N$ ($N = 88$)としたときの総和であり、 θ_j は中間層10bのユニットjの閾値である。次に、中間層10bの各ユニットjでは、入力値 I_j を入出力関数 $f(x)$ に基づいて変換し、中間層10bのユニットjの出力値 O_j として出力層10cの各ユニット1, 2に出力する。

【0034】ここでは、シグモイド関数を使用し、出力値 O_j は、

$$O_j = f(I_j) = 1 / (1 + \exp(-I_j))$$

で算出される。そして、出力層10cの各ユニットj ($j = 1, 2$)では、中間層10bのユニットiと出力層10cのユニットjとの結合荷重 W_{2ij} に基づいた重み付けがなされて、出力層10cの各ユニットjに入力されることになる。したがって、各層の各ユニットは全結合であるため、出力層10cの各ユニットjには、中間層10bの各ユニットiのそれぞれの出力値 O_{2i} の総和が入力値 I_{2j} として入力することになる。

【0035】その入力値 I_{2j} は、

$$I_{2j} = \sum (W_{2ij} \cdot O_{2i}) + \theta_{2j}$$

で算出される。ここで、 Σ は $i = 1, 2, \dots, N_2$ ($N_2 = 50$)としたときの総和であり、 θ_{2j} は出力層10cのユニットjの閾値である。次に、中間層10bの各ユニットjでは、入力値 I_{2j} を入出力関数 $f(x)$ に基づいて変換し、出力層10cのユニットjの出力値 O_{2j} として真偽鑑別部12に出力する。

【0036】ここでは、シグモイド関数を使用し、出力値 O_{2j} は、

$$O_{2j} = f(I_{2j}) = 1 / (1 + \exp(-I_{2j}))$$

で算出される。その後、真偽鑑別部12では、最終的に出力された出力層10cのユニットjの出力値 O_{2j} を適当なスライス値によってスライスして、真偽を鑑別する。つまり、その出力値 O_{2j} は、シグモイド関数により0~1の連続した小数として算出されているため、例えば、スライス値を0.8とした場合、出力層10cのユニット1を真、2を偽として学習させた場合には、出力層10cの出力が0.8以上かつ2の出力が0あるいは0に近い場合には真偽、逆に出力層10cの出力が0.8以上かつ1の出力が0あるいは0に近い場合には

偽券と判断する。

【0037】尚、スライス値や判断基準は、真偽鑑別データ格納部13に格納しておく。次に、第1の実施の形態の透かしNN判別処理を説明する。図4はその透かしNN判別処理を示すフローチャートである。まず、認識搬送ユニット1とCCDセンサ2によって紙幣の透過イメージを読み取り(Sa1)、前処理部6によって透過イメージのエッジ切り出し、積分・正規化及び金種判別を行った(Sa2, Sa3, Sa4)後、透かし領域抽出処理部9によって透かし領域の切り出しを行い(Sa5)、その透かし領域の濃度を抽出して、0~1の濃度変換を行ってNN処理部10に出力する(Sa6)。

【0038】その後、その透かし領域は、NN処理部10によって、画像データの非線形的なばけの影響を取り除く処理を施される(Sa7)。まず、上述したように、入力層10aの各ユニットに画像データが出力されると(Sa70)、上述したように結合荷重に基づいた演算が各ユニット毎に行われ、その演算結果W12が中間層10bの各ユニットに出力される(Sa70)。中間層10bでも、上述したように、結合荷重に基づいた演算が各ユニット毎に行われ、その演算結果W23が出力層10cの各ユニット1, 2に出力される(Sa70)。出力層10cの各ユニット1, 2では、上述したように、結合荷重に基づいた演算が各ユニット1, 2毎に行われ、それぞれ0~1までの値を真偽鑑別部12に出力する。そして、真偽鑑別部12では、真偽鑑別データ格納部13に格納してある上述したスライス値等を参照して上述したように真偽を鑑別し(Sa8)、図示しない表示部等とその鑑別結果を表示してオペレータに真偽を報知する。

【0039】したがって、真偽鑑別部12では、スライス値によって真偽を鑑別することにより、画像データの非線形的なばけの影響はない状態で真偽を鑑別することができることとなる。次に、各層における各ユニットの結合荷重を決定する透かしNN学習処理を説明する。

【0040】図4及び図6はその透かしNN学習を示すフローチャートである。この透かしNN学習には、例えば、BP(バックプロパゲーション:誤差逆伝播)法を適用する。あらかじめ幾つかの真券の透かしパターンと偽券の透かしパターンを用意し、最小2乗誤差を算出し、NNにフィードバックさせることで行う。例えば、学習は1パターン毎に逐次行い、誤差が0.08以下になるまで学習させるようにすればよい。

【0041】まず、認識搬送ユニット1とCCDセンサ2によって真偽の判明しているサンプルとしての透過イメージを読み取り(Sb1)、前処理部6によって透過イメージのエッジ切り出し、積分・正規化及び金種判別を行った後に(Sb2, Sb3, Sb4)、透かし領域抽出処理部9によって透かし領域の切り出しを行い(Sb5)、その透かし領域の濃度を抽出して、0~1の濃度

度変換を行ってNN処理部10に出力する(Sb6)。この際、全てのサンプルを読み込むまで、読み込んだデータを図示しないメモリに代入しておき(Sb7)、全ての学習データを読み込むまで上記処理を繰り返す(Sb8)。その後、その透かし領域は、NN処理部10によって画像データの非線形的なばけの影響を取り除く処理が施される。まず、NNの各層の初期化を行い(Sb9)、入力層10aの各ユニットに画像データが出力されると、初期の結合荷重に基づいた演算が各ユニット毎に行われ、その演算結果W12が中間層10bの各ユニットに出力される(Sb10)。中間層10bでも、上述したように、初期の結合荷重に基づいた演算が各ユニット毎に行われ、その演算結果W23が出力層10cの各ユニット1, 2に出力される(Sb11)。

【0042】次に、その演算結果W23と教師データとの累積二乗誤差Eを検出し(Sb12)、すべての学習データについて行うまでSb10~Sb13を繰り返す。累積二乗誤差Eが所定の値 ϵ よりも小さくなった場合に透かしNN学習処理を終了し、累積二乗誤差Eが所定の値 ϵ よりも小さくない状態では、処理をSb15に移す。

【0043】そして、入力層10aの各ユニットに画像データが代入されると(Sb15)、結合荷重に基づいた演算が各ユニット毎に行われ、その演算結果W12は補正值 $\Delta W12$ によって補正されて中間層10bの各ユニットに出力される(Sb16)。中間層10bでも、演算結果W23は補正值 $\Delta W23$ によって補正されて出力層10cの各ユニット1, 2に出力される(Sb17)。

【0044】次に、その演算結果W23と教師データとの累積二乗誤差を検出し、処理をSb20に移す(Sb18)。このとき、累積二乗誤差Eが所定の値 ϵ よりも小さくない状態では、Sb20の処理とともに荷重修正処理を行う(Sb19)。つまり、補正值 $\Delta W12$ と補正值 $\Delta W23$ を決定する。その補正幅は予め決めておけばよい。

【0045】尚、すべての学習データについて行うまでSb16~Sb20を繰り返す。すべての学習パターンを終了したら処理をSb10に戻る。上記第1の実施の形態の紙幣真偽鑑別装置によると、紙幣透かし領域のパターンをNNを用いた処理でその真偽を鑑別できたため、従来のようにエンベロープ処理を行わなくても、紙幣に印刷されている透かし領域から透過光等を利用して読み取ったイメージに対して前処理を行い、その出力結果である透かし領域のモザイク状の平滑画像から非線形的なばけの影響を取り除いて、透かしパターンの判別を行うことができるようになる。そのため、透かし領域分の特徴を十分に考慮した、汚れや折れ目等のノイズに強い非常に高精度の認識が可能となり、紙幣の真偽の鑑別を正確かつ高精度に行うことができるようになる。した

がって、金種によらずすべての透かしパターンがNNの汎化能力によってその真偽を鑑別することが可能となり、パラメータを大幅に削減できるようになる。

【0046】第2の実施の形態

本第2の実施の形態は、主に処理速度の高速化を図ったもので、上記第1の実施の形態ではNNの各層の入力値が0から1の不連続の小数值であったのに対し、この例では、入力を0から2ⁿの整数値として扱えるようにしたものである。例えば、8bitのA/D変換の濃度データでは、n=8の0〜256までの範囲で規定することになる。また、このときのシグモイド関数の出力も、あらかじめ計算結果のテーブルとして図示しないROMに記憶しておき、NNのパラメータをREADするときに、一箇所読み込むようにすればよい。

【0047】図7は第2の実施の形態の構成を示すブロック図である。この紙幣真偽鑑別装置100は、認識搬送ユニット1と、CCDセンサ2と、A/D変換部3と、バッファメモリ4と、制御回路5と、前処理部6と、金種・方向判別部7と、リファレンス格納部8と、透かし領域抽出処理部9と、NN処理部10と、NN処理データ格納部11と、真偽鑑別部12と、真偽鑑別データ格納部13とを備えている。

【0048】これらの構成の中で、上記第1の実施の形態の場合と相違するのは、NN処理データ格納部11に格納するデータであり、そのデータを基に処理するNN処理部10が相違する。すなわち、本第2の実施の形態では、NN処理データ格納部11に、シグモイド関数テーブル11dを備える。図8にシグモイド関数テーブルの一例を示す。このシグモイド関数テーブル11dでは、例えば、アドレス0002592の場合、入力値は、 $2592/2=1296$ となり、実際の値は $(1296-2000)/256=-2.75$ となる。また、この入力値に対するシグモイド関数の出力値は、図中下線を施した15が参照され、実際の出力値は $15/256=0.06$ となる。すなわち、アドレス0002592の入力値は -2.75 で、この時の出力値は0.06であることを意味している。

【0049】尚、一般に、デジタル処理では16進数で扱うが、ここでは説明のため10進数で表している。したがって、結合荷重も小数から整数に変換して記憶する。上記第1の実施の形態では、結合荷重は、正負の小数值であったが、これを2ⁿ倍して整数として記憶することになるため、出力値は整数値として表され、整数積和演算のみの簡単な処理で構成できると、精度を損なわずに非常に高速度な処理速度を実現できる。

【0050】また、上記第1の実施の形態の条件では、出力層10cの出力が205以上かつ2の出力が0に近い場合に真券、出力層10cの出力が205以上かつ1の出力が0に近い場合に偽券となる。図9に第2の実施の形態の透かしNN判別処理のフローチャートを示す。

まず、認識搬送ユニット1とCCDセンサ2によって透過イメージを読み取り(Sc1)、前処理部6によって透過イメージのエッジ切り出し、積分・正規化及び金種判別を行った(Sc2, Sc3, Sc4)後、透かし領域抽出処理部9によって透かし領域の切り出しを行う(Sc5)。その後、その透かし領域は、NN処理部10によって、画像データの非線形的なぼけの影響を取り除く処理を施される(Sc6)。まず、上述したように、入力層10aの各ユニットに画像データが出力されると(Sc6a)、上述したように結合荷重に基づいた演算が各ユニット毎に行われ、その演算結果W12が中間層10bの各ユニットに出力される(Sc6b)。中間層10bでも、上述したように、結合荷重に基づいた演算が各ユニット毎に行われ、その演算結果W23が出力層10cの各ユニット1, 2に出力される(Sc6c)。出力層10cの各ユニット1, 2では、上述したように、結合荷重に基づいた演算が各ユニット1, 2毎に行われ、それぞれ0〜1までの値を真偽鑑別部12に出力する。そして、真偽鑑別部12では、真偽鑑別データ格納部13に格納してある上述したスライス値等を参照して、上述したように真偽を鑑別し(Sc7)、図示しない表示部等にその鑑別結果を表示してオペレータに真偽を報知する。したがって、真偽鑑別部12では、スライス値によって真偽を鑑別することにより、画像データの非線形的なぼけの影響はない状態で真偽を鑑別することができることとなる。

【0051】上記第2の実施の形態によると、上記第1の実施の形態の効果とともに、上記第1の実施の形態の場合に比べ、0〜1の濃度変換処理を行わなくてもよくなるため、処理速度が大幅に改善できる。

第3の実施の形態

上記第1の実施の形態や上記第2の実施の形態では、例えば、256又はこれに近い値、0あるいはこれに近い値として真偽を判別する場合であったが、本第3の実施の形態では、出力層10cのユニット数を3個以上設け、学習パターンを真券の場合は全てのユニットがON、偽券の場合には全てのユニットがOFFとして真偽鑑別部12が処理するようにした。

【0052】次に、真偽を判断するための鑑別式を示す。尚、Ojは出力層10cにおける各出力値を示す。すなわち、真券の場合には、 $O1+O2+\dots+Oj \geq \alpha$ によって判別し、偽券の場合には、 $O1+O2+\dots+Oj < \alpha$ によって判別する。これにより、本第3の実施の形態では、ネットワークのマージンを高めることが可能となり、鑑別も次式に示すように全てのユニットの出力値の総和があるスライス値以上のとき真券、それ以外は偽券という具合に処理することができる。これは、従来のエンベロープ方式の比較による扱いと同様に扱うことが可能であることを示す。

【0053】したがって、本第3の実施の形態による

と、更なる鑑別精度を向上させることが可能となる。

第4の実施の形態

本第4の実施の形態は、NNのパラメータ設計時における構成を改良するものである。上記第1の実施の形態等と同様の構成や処理の説明は省略する。

【0054】図10は第4の実施の形態の要部ブロック図である。図において透かし領域抽出処理部9とNN処理部10と真偽鑑別部12の基本的な処理は上記第1の実施の形態と同様である。その他の構成として、特徴データ抽出・保存部14と、学習パターンデータベース15と、荷重パラメータ格納部16とを備える。

【0055】本第4の実施の形態では、NN処理部10に付与する荷重パラメータを真偽鑑別を行う度に更新可能にしたものである。すなわち、上記第1の実施の形態の構成では、鑑別機能のみで学習については別のシミュレーション端末(PCやWS等)を利用して別途実施させる必要がある。しかしながら、認識率という観点で考えた場合、透かし領域分の汚れや、位置ずれ等で真券であっても、リジェクトする場合は非常にまれであるが発生した場合に、そのリジェクトした紙幣の透かし領域の積分化の前後の印刷パターンを格納しておき、後に解析用として用いたり、又は、予め学習パターンを記憶しておき、これらのリジェクトパターンを後から指定により学習パターンに追加できる構成として、装置内部で学習を可能とし、荷重パラメータを順次更新するものである。

【0056】真偽鑑別部12は、真券の場合には、正常券として上記第1の実施の形態と同様に処理するが、NGとなった場合には、特徴データ抽出・保存部14でその紙幣の透かし領域の縮小前後のパターンを保存する。そのデータは、解析用として用いられ、真券のパターンの場合には、後にセレクトして学習パターンデータベース15に縮小後のパターンを登録する。更に、学習パターンデータベース15をもとに、荷重パラメータ格納部16の荷重パラメータを学習により随時更新する。

【0057】したがって、上記第4の実施の形態により、実際に真偽鑑別を実施している際に、より適切な荷重パラメータに更新することができるようになるため、実機に即した適切な真偽鑑別が可能になり、装置の認識率等を考えたバージョンアップ等が比較容易に実施できようになる。

第5の実施の形態

本第5の実施の形態の実施の形態では、上記第1の実施の形態で真偽鑑別部12がNGと鑑別した場合に、ATM等で顧客の取引ログを採取し、図示しない記憶部に記憶しておき、後に参照可能にしたり、また、偽の場合に、上位装置等に報知するようにしたものである。例えば、取引日時、口座番号等をログしたり、その都度報知すれば、事前に犯罪を防止することも可能になる。

【0058】したがって、本第5の実施の形態による

と、紙幣の偽造等を認識することが可能なり、また、取引日時、口座番号等をログしておけば、偽造券等を使用したものの特定を行いやすくなるため、セキュリティ性が向上する。

第6の実施の形態

本第6の実施の形態では、例えば、上記第1の実施の形態の場合であって、真偽鑑別部12がNGと鑑別した場合の処理である。

【0059】図11は第6の実施の形態を示す要部ブロック図である。図においてリファレンス格納部8と、金種・方向判別部7と、透かし領域抽出処理部9とNN処理部10と真偽鑑別部12の基本的な処理は上記第1の実施の形態と同様である。その他の構成として、複数の荷重パラメータ格納部16(1)〜16(n)を備え、前記金種・方向判別部7の出力が各荷重パラメータ格納部16(1)〜16(n)に入力し、金種に応じた荷重パラメータを格納するようにしたものである。

【0060】つまり、金種・方向判別処理後に目的の荷重パラメータを切り替えることを特徴としたもので、例えば、金種・方向のカテゴリが12個存在する場合には、それぞれのパターン毎に12個の異なる荷重パラメータをあらかじめ学習により登録しておき、必要に応じて選択する。例えば、千券・表・正立のカテゴリの場合には、これに対応したパラメータを使用して鑑別精度を向上させるというものである。

【0061】本第6の実施の形態によると、金種別や搬送方向別やその表裏に応じた荷重パラメータを設定できるため、さらなる鑑別精度の向上が期待できる。

第7の実施の形態

本第7の実施の形態では、上記第1の実施の形態等でNN判定部10が用いるシグモイド関数の傾きを可変にしたものである。可変調整は、ソフトウェア的に行っても、ハードウェア的に行うようにしてもよい。

【0062】図12はシグモイド関数の可変の説明図で、横軸に入力値、縦軸に出力値を取り、入出力特性を示している。図において、①の $1/(1+\exp(-x))$ を基準に見ると、②の $1/(1+\exp(-2*x))$ は傾きが急になり、③の $1/(1+\exp(-0.5*x))$ は傾きが緩やかになっている。つまり、 $F(x) = 1/(1+\exp(-\alpha*x))$ の式で、 $\alpha > 1$ とすると、シグモイド関数の傾きは急となり判別がより非線形となる。

【0063】また、 $\alpha < 1$ とすると、シグモイド関数の傾きは緩やかになり、判別がより線形となる。つまり、シグモイド関数の傾きを変えて、鑑別レベル(応答レベル)を切り替えることが可能となる。したがって、本第7の実施の形態によると、真偽鑑別の重要度等に応じて鑑別レベルを変えることができるため、汎用性の高い紙幣真偽鑑別装置を提供することができる。

【0064】第8の実施の形態

本第8の実施の形態では、例えば上記第1の実施の形態

の場合であって、真偽鑑別部12がNGと鑑別した場合にリジェクトし、真であると鑑別した場合に、全体真偽判別処理を行うようにしたものである。図13は第8の実施の形態を示す要部ブロック図である。

【0065】図において、透かし領域抽出処理部9とNN処理部10と真偽鑑別部12の基本的な処理は上記第1の実施の形態と同様である。その他の構成として、荷重パラメータ格納部16と、従来のエンベロープ処理を行う全体真偽判別部17と、エンベロープ処理を行うための金種や方向等の情報を格納するリファレンス格納部18とを備え、NNによる透かし鑑別処理と従来のエンベロープ処理による真偽鑑別を併用したものである。

【0066】つまり、真偽鑑別部12の結果でOKならば、全体真偽判別部17が紙幣全体の真偽鑑別をエンベロープ法により判別し、この判別がOKならば真券、NGならばリジェクト処理されるものである。したがって、本第8の実施の形態によると、NNによる透かし鑑別処理に従来のエンベロープ法による真偽鑑別を併用するため、透かし領域以外の真偽鑑別も実施でき、総合的に精度アップが図れ、信頼性がUPする。

【0067】第9の実施の形態
この種の装置では、紙幣の厚さ、印字濃度のばらつき等により、正規化させたときに印字濃度の濃い部分と、透かし領域との濃度差が大きくなってしまうことが原因で、透かし領域が必要以上に明るくなったり、あるいは逆に暗くなったりしてしまい、NNの入力データがばらついてしまうという問題を生じる。

【0068】この実施の形態は、問題を解決するものである。図18は第9の実施の形態の構成を示すブロック図である。この実施の形態は第1の実施の形態における透かし領域抽出処理部9とNN処理部10の間に透かしNN入力差分データ抽出部20を設けたもので、このNN入力差分データ抽出部20は透かし領域抽出処理部9でブロックデータとして抽出された特徴パターンから画素の列方向の差分データを算出し、これをNN処理部10に入力させるものとなっている。

【0069】尚、他の構成は第1の実施の形態と同様であるので、その説明は省略する。図19は紙幣の金種及び方向と透かし領域の位置関係の例を示す説明図、図20はカテゴリと透かし領域切り出し位置の関係の例を示す図である。図19に示したように、紙幣のうち、透かし領域が先頭側にある金種AはカテゴリA、透かし領域が中央部にある金種BはカテゴリB、透かし領域が後尾側にある金種CはカテゴリCとする。

【0070】ここでカテゴリAとカテゴリCは金種は同一方向が異なる場合を示し、カテゴリBはカテゴリA及びカテゴリCと金種が異なる場合を示している。このように紙幣の透かし領域の位置は、紙幣の金種や紙幣を読み取る際の方法により異なるので、金種・方向判別部7で判別した情報に基づいて透かし領域の位置を図のカ

テゴリA〜カテゴリCのいずれかに決定する。

【0071】カテゴリA〜カテゴリCにおける透かし領域の切りだし位置Pのブロック座標値は図20のように予め決められており、決定されたカテゴリに対応する座標値を選択して透かし領域抽出処理部9が透かし領域を切りだして抽出する。これを図21を参照して説明すると、この図21は透かし領域抽出のための説明図で、例えば、金種方向判別において、紙幣の透かし領域がカテゴリBと確定した場合、図19に示したように紙幣の透かし領域は紙幣の中央部にあるので、図20に示した切り出し位置Pのブロック座標 $x=2$ 、 $y=6$ を左上原点基準として積分ブロックデータを x 方向に m 個、 y 方向に n 個分（本実施の形態では、 5×6 個分）切り出して抽出する。

【0072】この抽出されたデータは、8bitの多値濃淡データである。図22はNN入力データの説明図で、図中の数値はNNに入力するデータ番号を示している。この図のデータ番号0は、データ番号5の積分値からデータ番号0の積分値を引いた値の絶対値、同様にデータ番号20は、データ番号25の積分値からデータ番号20の積分値を引いた値の絶対値となる。

【0073】このような処理を透かしNN入力差分データ抽出部20によりデータ番号0からデータ番号24まで実行させ、最終的に25個の差分データを得て、この25個の差分データをNN処理部10に入力し、積和演算を実施する。尚、上述の例は、列方向で差分処理を施したものであるが、行方向で差分処理を施してもよく、その場合には、行方向を1つ余分に抽出し、 6×5 個分切りだすことは言うまでもない。

【0074】また、このときのデータの入力範囲は0から256とすることで、前後の差分データが256を越える場合は、256にしてデータの範囲に制限を加える。図23は本実施の形態で使用するNNの構成を示す図である。このNNは、入力層のユニット数を25、中間層（隠れ層）のユニット数を15、出力層のユニット数を2として構成されている。

【0075】本実施の形態のように、差分データを用いることにより、NN入力データが透かし領域の明るさの変動に対して安定する。特に、透かしに存在しないコピー券などのNG券に対しては、透かし領域の明るさの変動に対してすべての差分データが値0に近くなるため、確実にリジェクトできるようにする。

【0076】図24はこのときの入力データ例を示す説明図で、横軸に出力層のユニット番号、縦軸に当該ユニットの出力パーセントを出力値256が100パーセントとなるように示したものである。この図で（a）は真券の例、（b）はNG（偽）券の例1、（c）はNG券の例2を示している。

【0077】尚、図中にΣ値をそれぞれ1093、992、1167と記しているが、これは各ユニットの出力

値の合計である。この図24により以下のことが分かる。すなわち、(a)と(b)は出力値の大きさに顕著な差があり、Σ値も(a)が1093、(b)が992と、(b)の方が出力値が小さい。

【0078】従って、このような例では、NNを利用しなくとも単純にΣ値のみを比較するだけで、Σ値があるスレッショルド値T以上であれば真券、スレッショルド値T未満であれば偽券といった鑑別が可能であるが、(a)と(c)の場合では、出力値の大きさに顕著な差が見られず、しかも(c)のNG券の方がΣ値が1167で、(a)の真券の1093に比べて大きいので、単純にΣ値のみを比較するだけでは正確な鑑別を行うことができないものとなる。

【0079】しかしながら、NNのような個々のユニッ

ト値のつながり関係で鑑別させる手法を用いると、この(a)と(c)のような場合でも、確実に鑑別可能となる。この、NNの動作について図25も用いて更に説明する。図25はシグモイド関数例を示す図である。前記図23において、NNの鑑別処理はRECの方向に移行する。

【0080】まず、中間層10bにおけるユニットの出力は図25のようなシグモイド関数を入力関数とする場合、以下になる。このシグモイド関数の値は、図示しないメモリ上に予めテーブル化されて保持されており、NN処理が実行されるとき、必要に応じて参照される。

【0081】

【数1】

$$I_i = \sum_{j=1}^n (W_{ij} \cdot O_j) + \theta_i \text{ ----- (1)}$$

$$O_i = f(I_i) \text{ ----- (2)}$$

$$f(x) = \frac{1}{(1+e^{-x})} \text{ ----- (3)}$$

I_i : 中間層10bのユニットiへの入力

W_{ij} : 入力層10aのユニットiと中間層10bのユニットjとの荷重

N : 入力層10aのユニット数

O_i : 入力層10aのユニットiの出力

θ_i : 中間層10bのユニットiの偏値

O_j : 中間層10bのユニットjの出力

【0082】同様に出力層10cにおけるユニットの出力は、以下になる。

【0083】

【数2】

$$I_2 = \sum_{j=1}^n (W_{2j} \cdot O_2) + \theta_2 \text{ ----- (4)}$$

$$O_2 = f(I_2) \text{ ----- (5)}$$

$$f(x) = \frac{1}{(1+e^{-x})} \text{ ----- (6)}$$

I_2 : 出力層10cのユニットjへの入力

W_{2j} : 中間層10bのユニットiと出力層10cのユニットjとの荷重

N_2 : 中間層10bのユニット数

O_2 : 中間層10bのユニットiの出力

θ_2 : 出力層10cのユニットjの偏値

O_2 : 出力層10cのユニットjの出力

【0084】この出力値 O_{2j} によって真偽が鑑別される。すなわち、スレッショルド値を100とすると、 O_{2j} が100以上の場合は真券、100未満がリジェクト券となる。この鑑別結果はRESとして図示しない上位装置に送信され、オペレータに報知される。

【0085】前記図24に示した入力データの例では、(a)が出力256で鑑別結果は真券、(b)及び(c)の場合は出力0でリジェクト券のデータが得られる。すなわち、本実施の形態のようにNN入力値を透かし領域の積分ブロックデータの列方向の差分値としたこ

とにより、NN入力データのばらつきが低減され、類似している(a)と(c)のパターンにおいても、正確に真偽鑑別することが可能となる。

【0086】次に、本実施の形態におけるNNの学習方法は、前記BP法を用いて、図23に示した矢印BPの向きに出力層10のユニットの出力が正しくなるように、教師データとの累積二乗誤差が0に近くなるまで繰り返し実行する。本実施の形態の例では、真券の透かしパターンを出力256、リジェクト券の透かしパターンは出力0となるように学習させる。

【0087】このときの荷重修正量は、BP法により以下の式で算出される。

【0088】
【数3】

BP学習による修正荷重量 $\Delta_p W_{i,j}^{k-1}$ は、図のシグモイド関数 $f(x)=1/(1+e^{-x})$ を用いた場合、

$$\Delta_p W_{i,j}^{k-1,k}(m) = \eta \delta_{p,j}^k o_i^{k-1} + \alpha \Delta_p W_{i,j}^{k-1,k}(m-1) + \beta \Delta_p W_{i,j}^{k-1,k}(m-2) \quad \text{---- (7)}$$

η : 学習効率

α : 荷重定数 1

β : 荷重定数 2

$\delta_{p,j}^k$: K 層におけるパターン P 提示時のユニット j の誤差

o_i^{k-1} : $K-1$ 層におけるユニット i の出力

$t_{p,j}^n$: 出力層 (n) におけるパターン P 時のユニット j の教師出力

出力層 (n) における誤差 $\delta_{p,j}^n$ は、

$$\delta_{p,j}^n = (t_{p,j}^n - o_{p,j}^n) \cdot o_{p,j}^n \cdot (1 - o_{p,j}^n) \quad \text{----- (8)}$$

中間層の誤差 $\delta_{p,j}^k$ は、

$$\delta_{p,j}^k = \sum_{i=1}^{N_{k+1}} (\delta_{p,i}^{k+1} W_{i,j}^{k,k+1}) o_{p,i}^k (1 - o_{p,i}^k) \quad (k=2,3,4,\dots,n-1)$$

----- (9)

$W_{i,j}^{k,k+1}$: k 層のユニット j , $k+1$ 層のユニット i 間の荷重

N^{k+1} : 第 $k+1$ 層におけるユニット数

$\Delta_p W_{i,j}^{k-1,k}(m)$ は、パターン P を入力した時の $k-1$ 層のユニット i と k 層の間の結合荷重修正値である。

(7) 式の $\delta_{p,j}^k o_i^{k-1}$ は、誤差項、 $\alpha \Delta_p W_{i,j}^{k-1,k}(m-1)$ は、慣性項、 $\beta \Delta_p W_{i,j}^{k-1,k}(m-2)$ は、振動項である。なお、(16) 式中の m は、学習回数を示す時定数であり、

上記慣性項は、前回の荷重修正値、上記振動項は、前々回の荷重修正値を示す。

これは、BP法の学習速度を速めるために導入している、

次に、誤差項における誤差 δ_h は、各層においてそれぞれ (8)、(9) 式のように算出できる。

(8)、(9) 式における $o_{p,j}^n (1 - o_{p,j}^n)$ 、 $o_{p,i}^k (1 - o_{p,i}^k)$ は、それぞれ出力層におけるシグモイド出力の微分値、及び中間層におけるシグモイド出力の微分値である。

【0089】このようにBP法を利用することにより、出力層 10c の各ユニットの誤差値を入力層 10a のユニットに向けて順番にフィードバックすることが可能で、これらの操作を繰り返し実行することにより、最終的にはすべての入力データの誤差を 0 に限りなく漸近させることが可能である。以上説明した第 9 の実施の形態によれば、NN の入力データを差分データとしているため、紙幣の厚さ、印字濃度の濃い部分と、透かし領域の濃度差が大きくなることが原因で、透かし領域が必要以上に明るくなったり、暗くなったりすることによる NN の入力

データのばらつきを低減することができる。

【0090】そのため、紙幣の透かし領域のパターンをばらつきの少ない安定した状態で NN 処理することが可能になり、非常に高精度な鑑別が可能となる。特に、紙幣の厚さや印刷濃度、汚れ等の変動に強くなり、濃度の明るい紙幣であっても、濃度の暗い紙幣であっても、透かし領域の存在しないコピー券等の NN 入力値が安定するため、非常に高精度な紙幣鑑別を実現できる。

【0091】第 10 の実施の形態

この種の紙幣真偽鑑別装置では、紙幣のイメージ画像が暗い場合、透かし領域が必要以上に明るく補正されてし

まうため、透かし領域に付着した僅かな染みやゴミ等のノイズの成分が強調されてしまい、透かし領域が存在しない紙幣におけるイメージ画像の入力データに濃淡差が発生したり、逆に汚れのすくない未使用の紙幣等のようにイメージ画像が明るい場合は、透かし領域が必要以上に暗く補正されてしまい、正規の透かし領域が存在する真券の紙幣のイメージ画像の入力データに濃淡差が出なくなったりしてしまう問題がある。

【0092】そのため、透かし領域の存在しないコピー券やスキャナーで取り込んだ本物の紙幣のイメージ画像をカラープリンタ等で印刷した偽造券を確実に透かし領域なしと鑑別するようにNNを学習させたとき、正規の透かし領域が存在する真券を誤って透かし領域なしと鑑別してしまい、装置における真券受け付け率が低下してしまうことになる。

【0093】そのため、この第10の実施の形態は、第9の実施の形態における透かしNN入力差分データ抽出部20の出力をゲイン補正するようにしたものである。このようにすることで、正規化の影響を打ち消すことが可能となり、必要以上に透かしパターンを補正することをなくすることができる。図26は第10の実施の形態の構成を示すブロック図である。

【0094】図において21は透かしNN入力差分データゲイン補正部21で、透かしNN入力差分データ抽出部20とNN処理部20との間に設けられている。その他の構成は第9の実施の形態と同じである。この実施の形態において透かしNN入力差分データゲイン補正部21は、透かしNN入力差分データ抽出部20から出力される差分データに補正係数 α ($\alpha = N/N_r$, N : イメージデータ平均濃度値, N_r : 基準平均濃度値) を乗じる補正部である。

【0095】補正係数 α ($\alpha = N/N_r$) は、暗いイメージ画像では1未満の値であり、明るいイメージ画像では1以上の値となる。図22を用いてゲイン補正処理について説明する。この実施の形態において図22に示したデータ番号0は、データ番号5の積分値からデータ番号0の積分値を引いた絶対値に補正係数 α を乗じたものとなり、同様にデータ番号20は、データ番号25の積分値からデータ番号20の積分値を引いた絶対値に補正係数 α を乗じたものとなる。

【0096】このような処理データ番号0からデータ番号24まで実行させることで、最終的に25個の特徴データが得られる。次にこのゲイン補正データをNN入力データとしてNN処理部20に入力することで第9の実施の形態と同様にNN処理が行われ、その出力に基づいて真偽鑑別部12により真偽鑑別が行われる。

【0097】鑑別結果は図示しない上位装置に送信され、オペレータに報知される。以上説明した第10の実施の形態によれば、NNの入力データをイメージ画像の明るさでゲイン補正した差分データとしているため、透

かし領域のパターンのばらつきをより一層低減できるようになり、非常に高精度の真偽鑑別が可能になる。

【0098】特に、紙幣の厚さや印刷濃度、汚れ等の変動に強くなり、濃度の明るい紙幣であっても、濃度の暗い紙幣であっても、高い真券認識率を保持したまま、透かしが存在しないコピー券等の偽券を確実にリジェクトできるようになり、非常に高精度な真偽鑑別が可能になる。

第11の実施の形態

従来の方式では、透かし領域の一部のパターンが本物と異なっているようなNG券の場合、本物と区別することが難しく、これらのNG券を確実にリジェクトできる鑑別装置が望まれており、そのため、この第11の実施の形態では、第9の実施の形態で用いた差分データの代わりに微分データを用いるようにしたものである。

【0099】このように微分データを用いることで、透かしのパターンを精度よく捉えることが可能となり、真偽鑑別精度をより一層上げることが可能となる。図27は第11の実施の形態の構成を示すブロック図である。この実施の形態は透かし領域抽出処理部9とNN処理部10の間に透かしNN入力微分データ抽出部22を設けたもので、他の構成は第9の実施の形態と同様である。

【0100】透かしNN入力微分データ抽出部22は微分空間フィルタを用いて透かし領域のエッジの境界パターンを積極的に抽出するものである。図28は微分空間フィルタとして用いるラプラシアンフィルタの一例を示す図である。このような微分空間フィルタを用いた場合のNN入力微分データ抽出処理について、前記図22を用いて説明する。

【0101】図22に示したデータ番号データ0~5、9、14、15、19、20、24については、微分空間フィルタがすべてに対応しないために作成不可能であり、従ってこれ以外のデータ番号に対して微分データを抽出させることになる。例えば、図においてデータ番号6の微分データは、データ番号6のデータを4倍したもの、データ番号1のデータと、データ番号5のデータと、データ番号7のデータと、データ番号11のデータの和となる。

【0102】このような処理を残りのデータ番号に対しても実施し、最終的に12個の特徴データを得る。このようにして得た微分データをNN入力データとして第9の実施の形態と同様にNN処理部20に入力することで第9の実施の形態と同様にNN処理が行われ、その出力に基づいて真偽鑑別部12により真偽鑑別が行われる。

【0103】鑑別結果は図示しない上位装置に送信され、オペレータに報知される。図29は本実施の形態におけるNNの入力データの例を示す図で、(c)のNG券(パターンの一部が異なる)の場合においても、

(a)の真券のNN入力データと差異が生じるため、確実に真偽鑑別することができる。尚、NNの鑑別、学習

動作については第9の実施の形態で説明したので、その説明を省略する。

【0104】以上述べたように、第11の実施の形態では、紙幣の透かし領域の微分データを作成し、これをN N処理部に入力させるようにしているため、透かし領域のパターンの特徴を効率よく抽出できるようになり、非常に高精度の真偽鑑別を実現することができる。特に、紙幣の透かしの一部が欠落しているようなNGデータを確実にリジェクトすることができ、非常に高性能な装置を提供することが可能になる。

【0105】尚、上述した各実施の形態は、自動販売機、両替機、自動振込・預金・引出機等の自動機において紙幣の真偽鑑別をする場合について説明したが、本発明はこれに限られるものではなく、有価証券、信用証券、チケット、書類、印刷物等の真偽鑑別を行う場合にも適用可能である。

【0106】

【発明の効果】以上説明したように本発明の紙幣真偽鑑別装置によると、従来のようにエンベロップ処理を行わなくても、媒体に印刷されている透かし領域から透過光等を利用して読み取ったイメージ画像に対して前処理を行い、その出力結果である透かし領域のモザイク状の平滑画像から非線形的なぼけの影響を取り除いて、透かしパターンの判別を行うことができるようになるため、透過光を利用した光学系の利点の一つである透かしパターンを有効に利用して媒体の真偽の鑑別を正確かつ高精度に行うことができるという効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の実施の形態の構成を示すブロック図。

【図2】縮小透過光学系の説明図。

【図3】NNの構成の概念図。

【図4】第1の実施の形態の透かしNN判別処理を示すフローチャート。

【図5】第1の実施の形態の透かしNN学習処理を示すフローチャート。

【図6】第1の実施の形態の透かしNN学習処理を示すフローチャート。

【図7】第2の実施の形態の構成を示すブロック図。

【図8】シグモイド関数テーブルの一例の説明図。

【図9】第2の実施の形態の透かしNN判別処理を示すフローチャート。

【図10】第4の実施の形態を示す要部ブロック図。

【図11】第6の実施の形態を示す要部ブロック図。

【図12】第7の実施の形態におけるシグモイド関数の可変の説明図。

【図13】第8の実施の形態を示す要部ブロック図。

【図14】統計的手法によるカテゴリ分離の説明図。

【図15】NNによるカテゴリ分離の説明図。

【図16】正規化距離の説明図。

【図17】収容容積と全正規化距離との関係を示す図。

【図18】第9の実施の形態の構成を示すブロック図。

【図19】紙幣類の金種方向と透かし部の位置関係の例を示す説明図。

【図20】カテゴリと透かし部切り出し位置の関係の例を示す図。

【図21】透かし領域抽出の説明図。

【図22】NN入力データの説明図。

【図23】第9の実施の形態におけるNNの構成を示す図。

【図24】NNの入力データ例を示す図。

【図25】シグモイド関数の例を示す図。

【図26】第10の実施の形態の構成を示すブロック図。

【図27】第11の実施の形態の構成を示すブロック図。

【図28】ラプラシアンフィルタの一例を示す図。

【図29】第11の実施の形態におけるNNの入力データの例を示す図。

【図30】従来の紙幣真偽鑑別装置の構成を示すブロック図。

【図31】従来の紙幣真偽鑑別処理の作用を示すフローチャート。

【図32】前処理の説明図

【符号の説明】

100 紙幣真偽鑑別装置

10 NN処理部

11 NN処理データ格納部

12 真偽鑑別部

13 真偽鑑別データ格納部

20 透かしNN入力差分データ抽出部

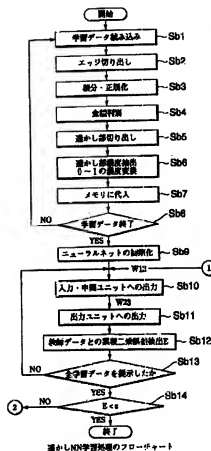
21 透かしNN入力差分データゲイン補正部

22 透かしNN入力微分データ抽出部

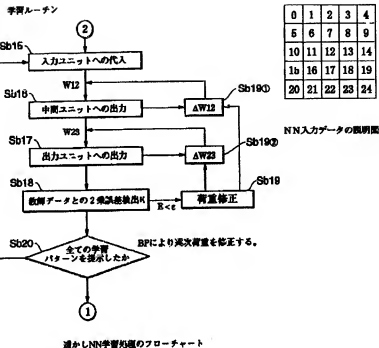
【図20】

カテゴリ	切り出し位置のブロック座標	
	X	Y
A	2	1
B	2	6
C	2	15

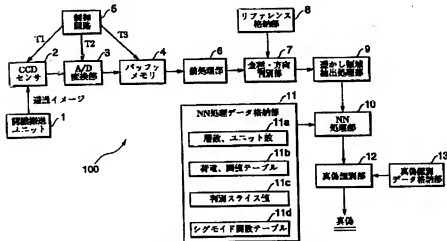
【図5】



【図6】



【図7】



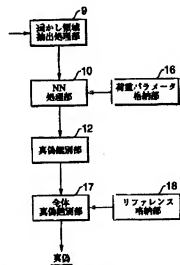
第2の実施の形態の構成を示すブロック図

【図22】

0	1	2	3	4
5	6	7	8	9
10	11	12	13	14
15	16	17	18	19
20	21	22	23	24

NN入力データの説明図

【図13】



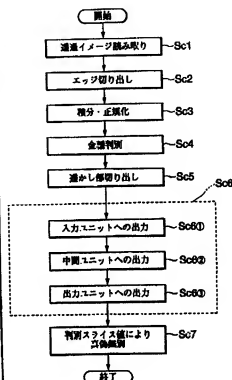
第8の実施の形態を示す要部ブロック図

【図8】

000000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000
* 000080	0000	0000	0000	0000	0000	0001	0001	0001	0001
000085	0001	0001	0001	0001	0001	0001	0001	0001	0001
* 0001360	0001	0001	0001	0001	0001	0001	0002	0002	0002
0001376	0002	0002	0002	0002	0002	0001	0002	0002	0002
* 0001632	0002	0002	0002	0002	0002	0003	0003	0003	0003
0001648	0003	0003	0003	0003	0003	0003	0003	0003	0003
* 0001808	0003	0004	0004	0004	0004	0004	0004	0004	0004
0001824	0004	0004	0004	0004	0004	0004	0004	0004	0004
* 0001936	0004	0004	0004	0004	0005	0005	0005	0005	0005
0001962	0005	0005	0005	0005	0005	0005	0005	0005	0005
* 0002032	0005	0005	0005	0005	0005	0005	0005	0006	0006
0002048	0006	0006	0006	0006	0006	0006	0006	0006	0006
* 0002128	0006	0006	0006	0007	0007	0007	0007	0007	0007
0002144	0007	0007	0007	0007	0007	0007	0007	0007	0007
* 0002208	0008	0008	0008	0008	0008	0008	0008	0008	0008
0002272	0008	0008	0009	0009	0009	0009	0009	0009	0009
0002288	0009	0009	0009	0009	0009	0009	0009	0009	0009
* 0002320	0009	0009	0009	0009	0009	0009	0009	0010	0010
0002336	0010	0010	0010	0010	0010	0010	0010	0010	0010
* 0002384	0010	0010	0011	0011	0011	0011	0011	0011	0011
0002400	0011	0011	0011	0011	0011	0011	0011	0011	0011
* 0002432	0011	0011	0012	0012	0012	0012	0012	0012	0012
0002448	0012	0012	0012	0012	0012	0012	0012	0012	0012
* 0002480	0013	0013	0013	0013	0013	0013	0013	0013	0013
0002512	0013	0013	0013	0013	0013	0014	0014	0014	0014
0002528	0014	0014	0014	0014	0014	0014	0014	0014	0014
* 0002560	0015	0015	0015	0015	0015	0015	0015	0015	0015
0002592	0015	0015	0015	0016	0016	0016	0016	0016	0016
...
0005856	00249	00249	00249	00249	00249	00249	00250	00250	00250
0005872	00250	00250	00250	00250	00250	00250	00250	00250	00250
* 0005936	00250	00250	00251	00251	00251	00251	00251	00251	00251
0005968	00251	00251	00251	00251	00251	00251	00251	00251	00251
* 0006048	00251	00251	00251	00251	00251	00251	00252	00252	00252
0006064	00252	00252	00252	00252	00252	00252	00252	00252	00252
* 0006192	00253	00253	00253	00253	00253	00253	00253	00253	00253
0006352	00253	00253	00253	00253	00253	00253	00254	00254	00254
0006368	00254	00254	00254	00254	00254	00254	00254	00254	00254
* 0006624	00254	00254	00254	00255	00255	00255	00255	00255	00255
0006640	00255	00255	00255	00255	00255	00255	00255	00255	00255
* 0007148	00255	00255	00255	00256	00256	00256	00256	00256	00256
0007200	00256	00256	00256	00256	00256	00256	00256	00256	00256
* 0008002									

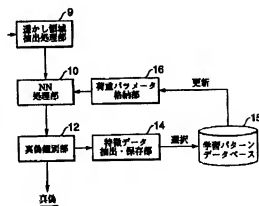
シグモイド関数テーブルの一例の説明図

【図9】



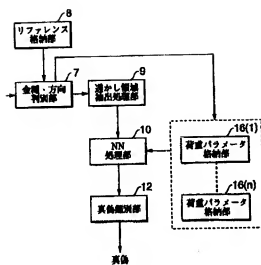
第2の実施の形態の適かしNN判別処理のフローチャート

【図10】



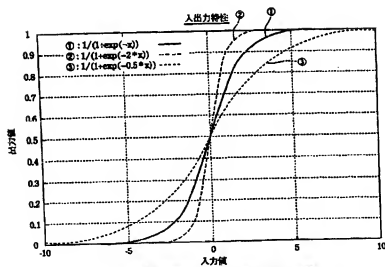
第4の実施の形態を示す要部ブロック図

【図11】



第6の実施の形態を示す要素ブロック図

【図12】



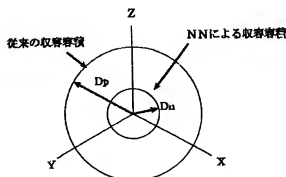
第7の実施の形態のシグモイド関数の可変の説明図

【図28】

0	1	0
1	-4	1
0	1	0

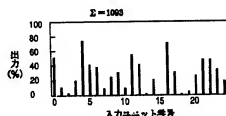
ラプラシアンフィルタの一例を示す図

【図17】

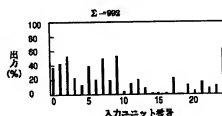


収容容積と全正負化距離との関係を示す図

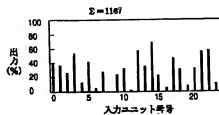
【図24】



(a) 実例



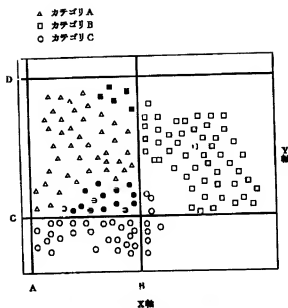
(b) NG 例-1



(c) NG 例-2

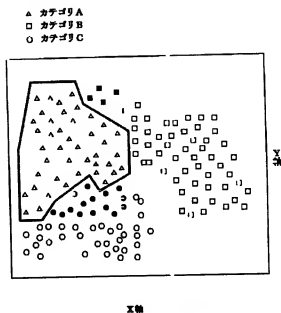
NNの入力データ例を示す図

【図14】



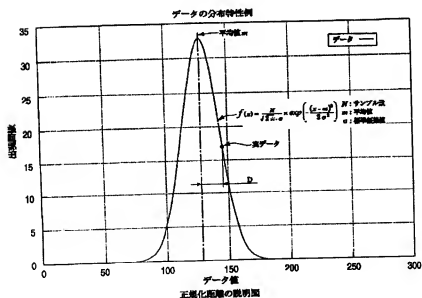
統計的手法によるカテゴリ分類の説明図

【図15】

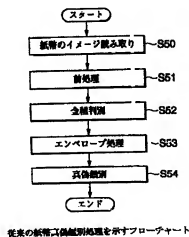


NNによるカテゴリ分類の説明図

【図16】



【図31】



従来の紙幣二値化処理を示すフローチャート

【図18】

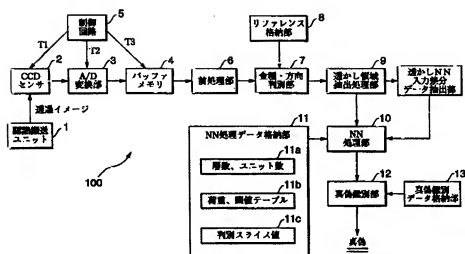
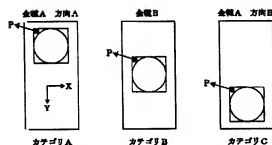


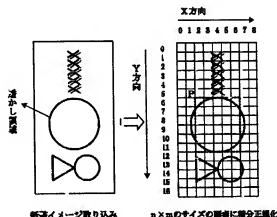
図9の実施の形態の構成を示すブロック図

【図19】



紙面順の方位方向と透かし部的位置関係の例を示す図

【図21】



紙面イメージ取り込み

n × mのサイズの画素に統合正規化

【図23】

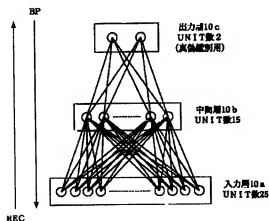
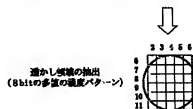
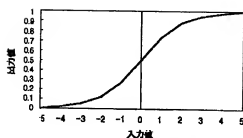


図9の実施の形態におけるNNの構成を示す図



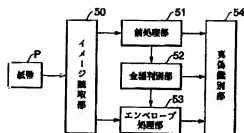
透かし特徴抽出の例図

【図25】



シグモイド関数の例を示す図

【図30】



従来の紙幣真偽鑑別装置の構成を示すブロック図

【図26】

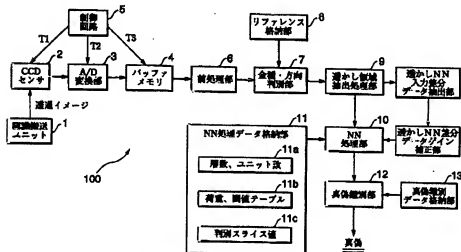


図10の実施の形態の構成を示すブロック図

【図27】

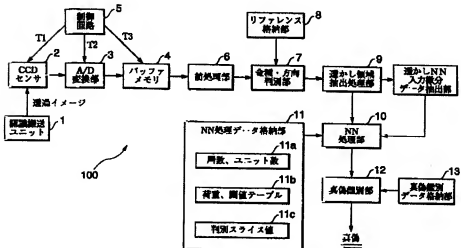
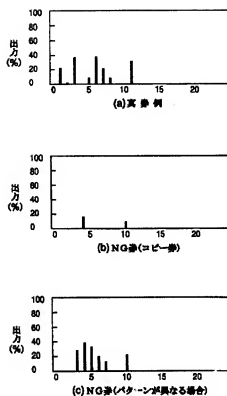


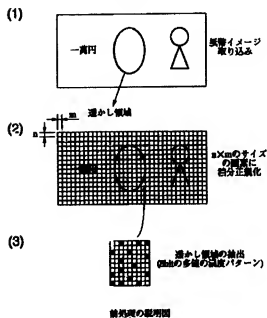
図11の実施の形態の構成を示すブロック図

【図29】



NNの入力データ例を示す図

【図32】



フロントページの続き

Fターム(参考) 3E041 AA03 AA04 AA06 AA07 BA13
 BB02 BC06 CA01 CA04
 5B057 AA11 BA02 BA19 BA30 CD12
 DA03 DB02 DB09 DC16 DC19
 DC34 DC40
 5C076 AA01
 5L096 AA06 BA03 BA18 CA14 CA17
 EA07 EA35 EA39 FA06 FA34
 FA35 GA51 HA11 JA22 KA04